* Cismin hızı sabit ise yol = hız · zaman

$$X = V \cdot t$$

* cisim düzgün hızlanan veya düzgün yavaşlayan hareket yapıyorsa ivme sabittir

$$X = V_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} a t^2 \qquad V_{son}^2 = V_0^2 \pm 2a \cdot x$$

$$V_{son} = V_0 \pm a \cdot t$$

V_0: ilk hız
V_{son}: son hız
$\vec{a}$: ivme
t: zaman
x: yol

⇒ cisim hızlanıyorsa işaret (+), yavaşlıyorsa işaret (−) olur.

Bağıl hareket:

$$V_{bağıl} = V_{gözlenen} - V_{gözlemci}$$

Newton: ① Eylemsizlik yasası

Net kuvvet sıfır ise cisim hareket durumunu korur.

$F_{net} = 0$ olmalı

② Temel yasa

Cisme etki eden net kuvvet sıfırdan farklı ise cisim ivmeli hareket yapar.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

⇒ Net kuvvet ile ivme daima aynı yönlüdür.

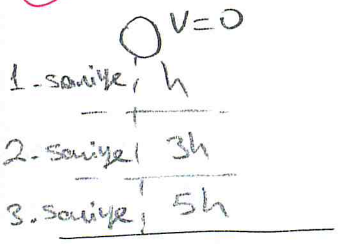
③ Etki Tepki

Bir yüzeye uygulanan etki kuvveti ile yüzeyin tepkisi daima eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.

⇒ Etki - Tepki kuvvetlerinin bileşkesi alınamaz.

Atış hareketi:

① Serbest Düşme



$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$V_{son} = g \cdot t$$

$$V_{son}^2 = 2gh$$

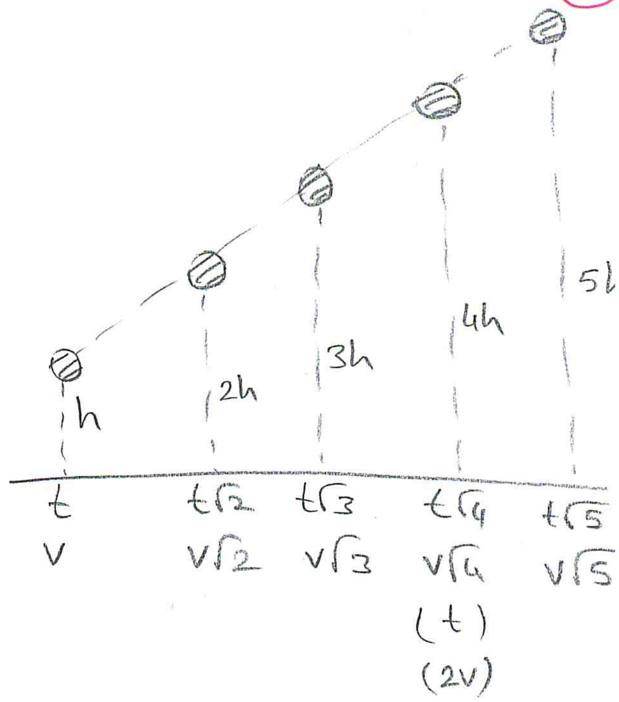
g: yerçekimi sabiti

t: zaman

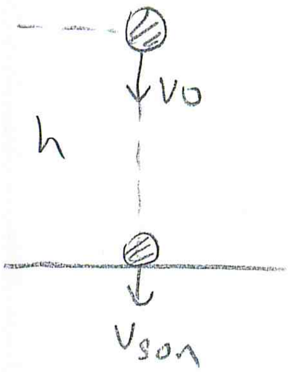
h: yükseklik

V_{son} = son hız.

⟹



② yukarıdan aşağıya düşey atış

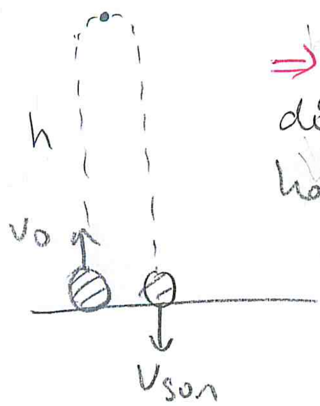


$$h = V_0 . t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$V_{son} = V_0 + g \cdot t$$

$$V_{son}^2 = V_0^2 + 2gh$$

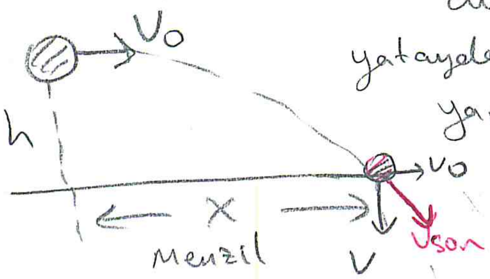
③ aşağıdan yukarı düşey atış



⟹ Tepe noktasından dönüşte serbest düşme hareketi yapar.

$$t_{çıkış} = t_{iniş}$$

④ Yatay atış

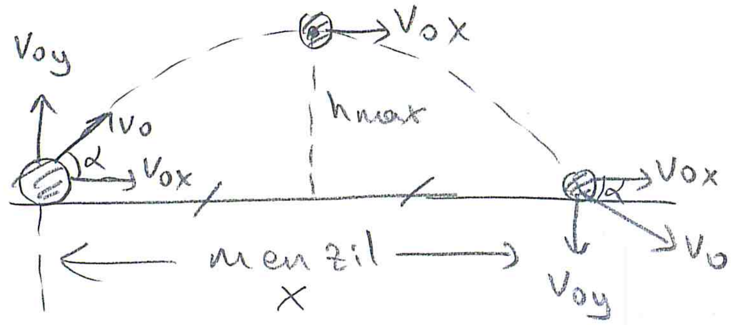


düşeyde serbest düşme yatayda sabit hızlı hareket yapar.

$$X = V_0 . t$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

5 Eğik atış



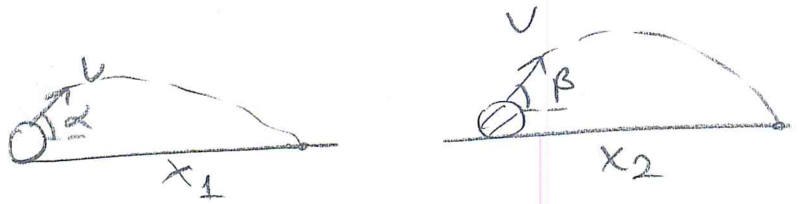
$t_{uçuş} = t_{iniş}$

$t_{uçuş} = 2.t_{çıkış} = 2.t_{iniş}$

* $X = V_{ox} . t_{uçuş}$
* $V_{ox} = V_o . \cos\alpha$
* $V_{oy} = V_o . \sin\alpha$

⇒ $\alpha = 45°$ ise menzil max. olur. $4.h_{max} = X$

⇒ Birbirini 90° ye tamamlayan ve aynı süratle atılan cisimlerin menzili eşittir.



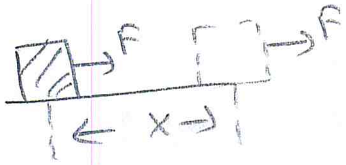
$\alpha + \beta = 90°$ ise $X_1 = X_2$

⇒ Uçuş süresi sadece düşey hız bileşenine bağlıdır.

⇒ $h_{max} = \frac{V_{oy}^2}{2g}$ (V_{oy} → düşey hız, g → yerçekimi sabiti)

İş - Güç - Enerji

1. $W = F . X$
   iş = kuvvet . yol



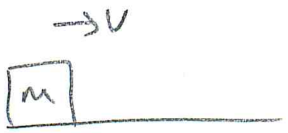
* Cisim üzerine yapılan iş cismin enerjisindeki değişime eşittir.
* İş skalerdir.

2. $Güç = \frac{iş}{zaman} \Rightarrow P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{F.X}{t}$
   (P → watt, W → Joule, t → saniye)

③ Enerji = Güç . zaman ⇒ $E = P.t$ ⇒ $P = \frac{Enerji}{zaman} = \frac{E}{t}$

P ↓ Güç

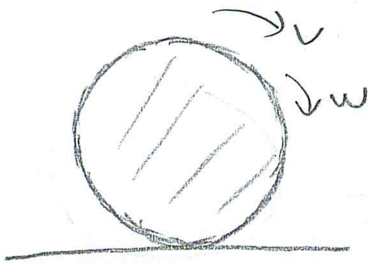
*** kinetik enerji:** (öteleme)



$E_{kinetik} = \frac{1}{2} m . v^2$ (m ↓ kütle, v → hız)

*** Dönme kinetik enerjisi:** $E_{Dönme} = \frac{1}{2} I . w^2$ (I ↓ eylemsizlik torku, w → açısal hız)

⇒



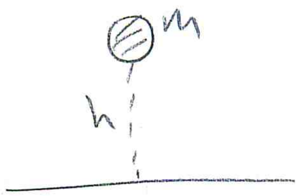
$E_{kinetik} = E_{Dönme} + E_{öteleme}$

$E_{kinetik} = \frac{1}{2} I w^2 + \frac{1}{2} m v^2$

Mekanik enerji: $E_{mekanik} = E_{kinetik} + E_{potansiyel}$

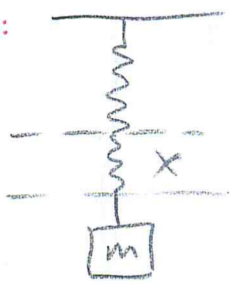
⇒ Ortamda sürtünme yoksa mekanik enerji korunur.

Potansiyel enerji:



$E_{pot} = mgh$ (Yer çekimi pot. enerjis

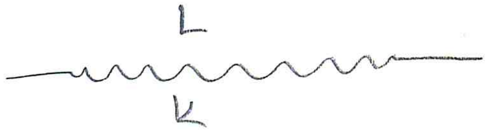
Esneklik pot. enerjisi:



$\vec{F} = -k . X$ (F ↓ kuvvet, k ↓ yay sabiti, X → uzama veya sıkışma miktarı)

$E_{pot} = \frac{1}{2} . k . x^2$

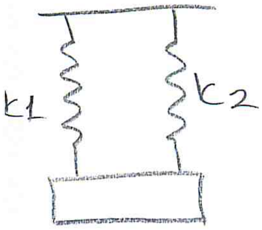
⇒ Yayın boyu kısalırsa esneklik katsayısı artar.



ikiye bölersek

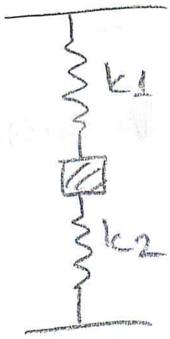


Paralel bağlı yaylar



$k_{eş} = k_1 + k_2$

⇒



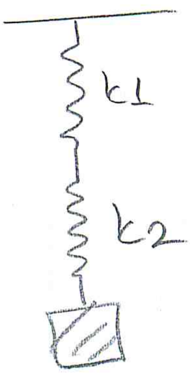
$k_{eş} = k_1 + k_2$

⇒



$k_{eş} = k_1 + k_2$

Seri bağlı yaylar

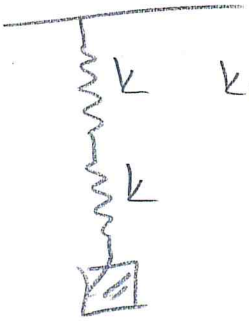


$$\frac{1}{k_{eş}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

kısayol:

$$k_{eş} = \frac{k_1 . k_2}{k_1 + k_2}$$

⇒ yaylar özdeş ise



$$k_{eş} = \frac{k}{2}$$

* Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş daima negatiftir. Enerjiyi azaltır.

İtme momentum

* itme $= F . \Delta t$
  ($\vec{I}$) F ↙ kuvvet, Δt ↘ zaman

* $\vec{P} = m . \vec{v}$
  P ↙ momentum, m ↓ kütle, v ↘ hız

* itme vektöreldir. momentum değişimi

$$\Delta \vec{P} = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk}$$

$$\Delta \vec{P} = m . \vec{v}_{son} - m . \vec{v}_{ilk}$$

$$\Delta \vec{P} = m . (\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk})$$

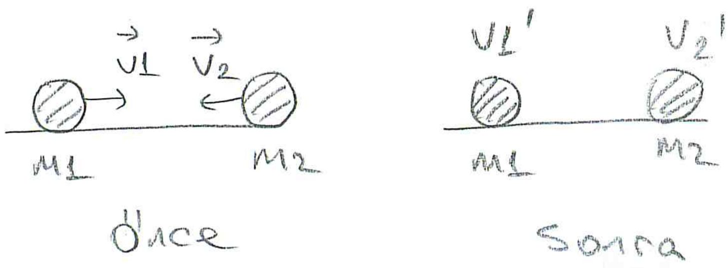
$$\Delta \vec{P} = m . \Delta \vec{v}$$

⇒ itme momentum değişimine eşittir. $I = \Delta \vec{P}$

Çarpışmalar

1) Merkezi esnek çarpışma

Esnek çarpışmalarda enerji ve momentum korunur.



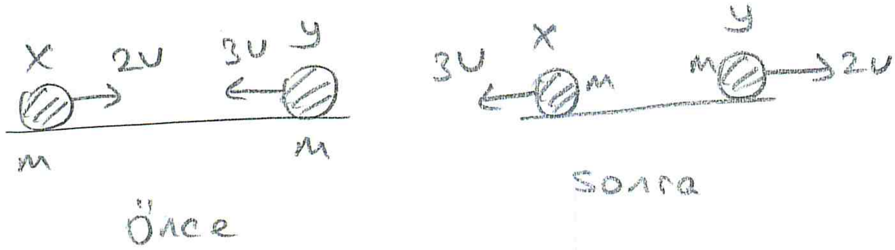
⇒ $\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$$m_1 \cdot \vec{V_1} + m_2 \cdot \vec{V_2} = m_1 \cdot \vec{V_1}' + m_2 \cdot \vec{V_2}'$$

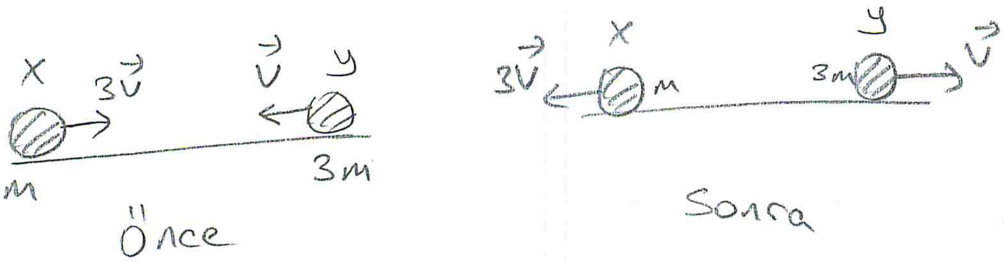
⇒ $E_{ilk} = E_{son}$

$$\vec{V_1} + \vec{V_1}' = \vec{V_2} + \vec{V_2}'$$

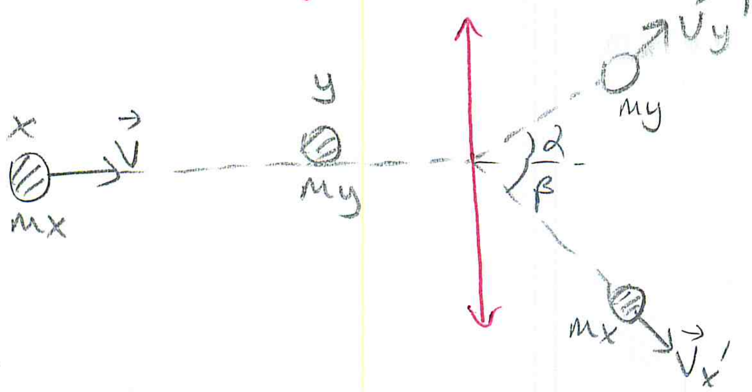
⇒ Cisimlerin kütleleri eşitse hızlarını değişirler.



⇒ Cisimlerin çarpışmadan önce momentumları eşit büyüklükte ve zıt yönlü ise geldikleri gibi geri dönerler.



2) Merkezi olmayan esnek çarpışma



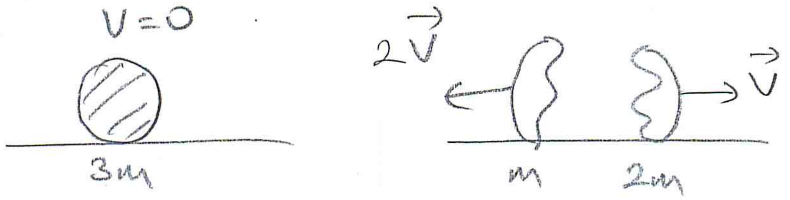
$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

* İlk momentum yatayda olduğu için son momentumda yatayda olmalıdır. Bu yüzden düşey momentumlar eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.

$$m_y \cdot V_y' \cdot \sin\alpha = m_x \cdot V_x' \cdot \sin\beta$$

3) Patlamalar

Patlamalarda momentum korunur.



$P_{ilk} = 0$

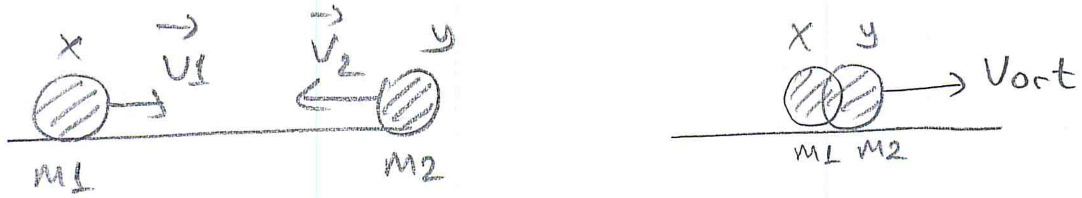
(Önce)

(sonra)

$P_{son} = 0$

4) Merkezi esnek olmayan çarpışmalar

⇒ Esnek olmayan çarpışmalarda enerji korunmaz, momentum korunur.



$P_{son} = (m_1 + m_2) \cdot V_{ort}$

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

(Önce)

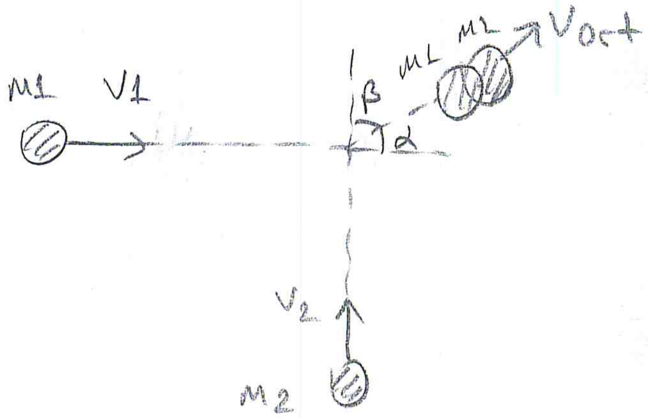
(sonra)

$m_1 \cdot \vec{V}_1 > m_2 \cdot \vec{V}_2$ olsun.

$$m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{V}_{ort}$$

⇒ cisimler birlikte hareket eder. Hareket yönü çarpışmadan önceki bileşke momentum yönünde olur.

5) Merkezi olmayan, esnek olmayan çarpışmalar



$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$$m_1 \cdot \vec{U}_1 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{V}_{ort} \cdot \sin\beta$$

$$m_2 \cdot \vec{U}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{V}_{ort} \cdot \sin\alpha$$

Düzgün Çembersel hareket

Periyot (T) : Cismin bir tam tur atması için geçen süredir. Birimi Saniye

frekans (f) : 1 saniyede atılan tur sayısına denir. Birimi Hertz veya $saniye^{-1}$ dir.

Çizgisel hız ($\vec{v}$) : $\vec{v} = \frac{2\pi . r}{T}$ veya $\vec{v} = 2\pi r . f$

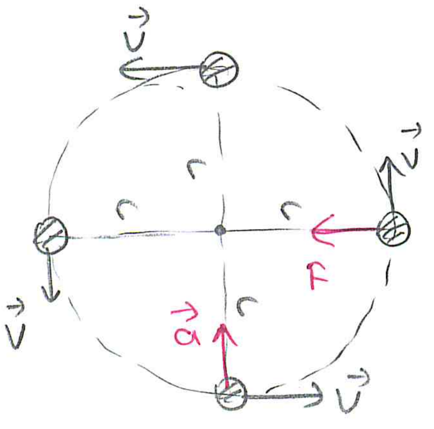
Açısal hız ($\vec{\omega}$) : $\vec{\omega} = \frac{2\pi}{T}$ veya $\vec{\omega} = 2\pi . f$

$\Rightarrow \vec{v} = \vec{\omega} . r$ olur.

merkezcil ivme ($\vec{a}$) : $\vec{a} = \omega^2 . r$ veya $\vec{a} = \frac{v^2}{r}$

merkezcil kuvvet ($\vec{F}$) : $\vec{F} = m . \vec{a}$ ise $\vec{F} = m . \omega^2 . r$ veya $\vec{F} = \frac{m v^2}{r}$

$\Rightarrow$



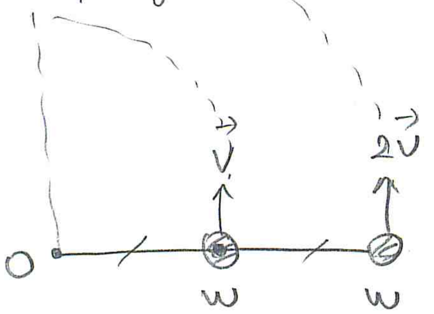
* çizgisel hız daima yarıçap vektörüne diktir.

* Merkezcil kuvvet ve merkezcil ivme daima merkeze doğrudur. Çizgisel hız ile diktir.

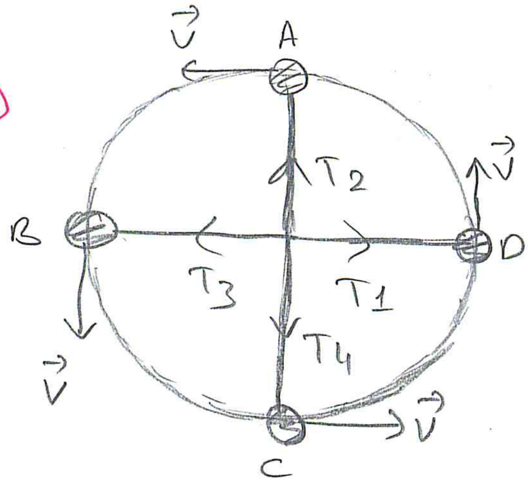
* Çizgisel hızın büyüklüğü sabittir, yönü değişir.
* Açısal hızın büyüklüğü ve yönü sabittir.

$\Rightarrow$ Açısal hızın yönü sağ el kuralı ile bulunur. 4 parmak dönme yönünü gösterirse baş parmak açısal hızın yönünü gösterir.

⇒ Aynı eksen üzerindeki noktaların açısal hızları aynı yöndedir, büyüklükleri eşittir.



⇒



$T_1 = F_{merk}$

$T_2 = F_{merk} - mg$

$T_3 = F_{merk}$

$T_4 = F_{merk} + mg$

⇒ İp gerilmesi A noktasında minimum, C noktasında max. olur.

Yatay viraj:

$V \leq \sqrt{k \cdot g \cdot r}$ (Kanguru)

- k → sürtünme katsayısı
- g → yerçekimi sabiti
- r → yarıçap

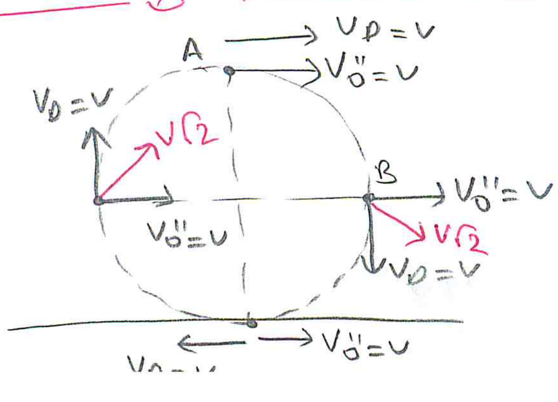
Eğimli viraj:

$V \leq \sqrt{g \cdot r \cdot \tan\alpha}$ (Garanti)

- g → yerçekim sabiti
- r → yarıçap
- α → eğim

⇒ Viraj sorularında kütle önemli değildir.

Dönerek öteleme hareketi:



$\vec{V}_A = V + V = 2V$

$\vec{V}_B = \vec{V}\sqrt{2}$

$\vec{V}_C = V - V = 0$

$\vec{V}_D = V\sqrt{2}$

Açısal Momentum

* Dönme hareketi yapan bütün cisimlerin açısal momentumu vardı

$\vec{L} = m . r . \vec{v}$ (merve) veya $\vec{L} = I . \vec{\omega}$

- $\vec{L}$ → açısal momentum
- m → kütle
- r → yarıçap
- $\vec{v}$ → çizgisel hız
- I → eylemsizlik torku
- $\vec{\omega}$ → açısal hız

* Dışarıdan bir tork uygulanmadıkça açısal momentum değişmez.

Açısal ivme: Dışarıdan bir tork uygulanıyorsa cismin açısal hızı değişir.

$\vec{\tau} = I . \vec{\alpha}$

- $\vec{\tau}$ → Tork
- I → eylemsizlik torku
- $\vec{\alpha}$ → açısal ivme

$\vec{\alpha} = \dfrac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t}$

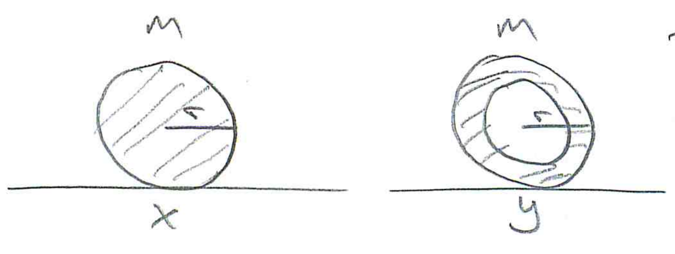
- $\vec{\alpha}$ → açısal ivme
- $\Delta \vec{\omega}$ → açısal hızdaki değişim
- Δt → zaman

eylemsizlik torku (momenti): cisimlerin dönmeye karşı gösterdiği dirence denir. Skalerdir. I ile gösterilir.

$I = m . r^2$

- I → eylemsizlik torku
- m → kütle
- r → yarıçap

⇒ Açısal momentum sorularında dışarıdan tork yoksa sistemin açısal momentumu, enerjisi, çizgisel sürati değişmez.

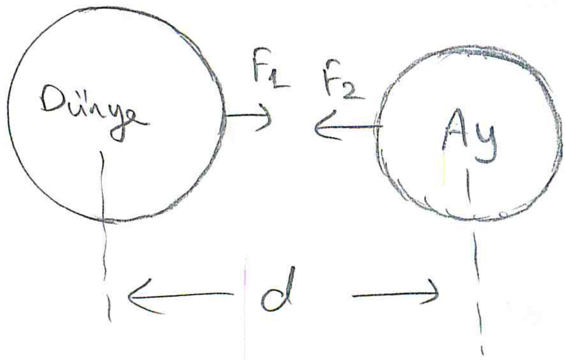
⇒ 

$I_y > I_x$ olur.

* kütle ve yarıçapları aynı iki küreden içi boş olanın eylemsizlik torku daha büyüktür.

Kütle çekim kuvveti

⇒



$$\vec{F_1} = -\vec{F_2}$$

$$\vec{F} = \frac{G \cdot M_D \cdot M_A}{d^2}$$

G: evrensel çekim sabiti

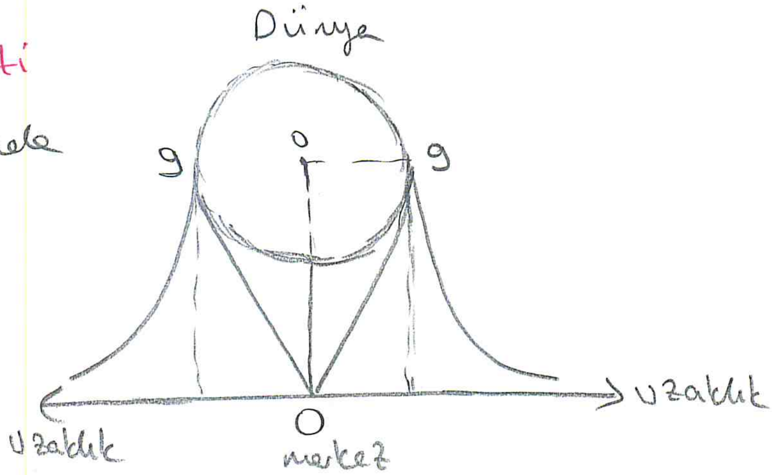
M_D: Dünyanın kütlesi

M_A: Ay'ın kütlesi

d: merkezler arası uzaklık

⇒ yerçekimi sabiti

* Yer kabuğu üzerinde g max. olur.
  kutuplara gittikçe artar.



* Yer kabuğundan merkeze inildikçe düzgün azalır.
  Yer kabuğundan dışarı gidildikçe <u>uzaklığın karesiyle</u> ters orantılı olarak azalır.

⇒ $\vec{g} = \frac{G \cdot M_D}{d^2}$

↓ yerçekimi sabiti

⇒ özkütle cinsinden yer çekimi sabiti

$\vec{g} = k \cdot d \cdot r$ (gezegenin kaderi)

- $\vec{g}$ → yer çekimi ivmesi
- k → sabit
- d → özkütle
- r → yarıçap

⇒ Yer çekim ivmesi daima merkeze doğrudur.

Kütle çekim potansiyel enerjisi

$$E_p = -\frac{G.M.m}{d}$$

* kütleleri M ve m olan iki cisim için

⇒ cisimler birbirinden uzaklaştıkça E_{pot} artar.

Toplam enerji: $E = -\frac{G.M.m}{2d}$

Bağlanma enerjisi: $E_{bağlanma} = \frac{G.M.m}{2R}$ (R: yörünge yarıçap

⇒ Bağlanma hızı $\vec{V}_b = \sqrt{\frac{G.M}{R}}$

* Uydunun bağlanma hızı kütlesine bağlı değildir.

Kurtulma enerjisi: $E_{kurtulma} = \frac{G.M.m}{R}$

⇒ Kurtulma hızı $V_{kurt} = \sqrt{\frac{2.G.M}{R}}$

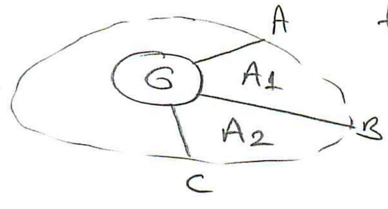
Kepler Kanunları

① Yörüngeler kanunu

Gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngesi elips şeklindedir. Elipsin 2 merkezi vardır. Merkezlerden birinde Güneş bulunur.

② Alanlar kanunu

Gezegenleri Güneşe birleştiren yarıçap vektörü eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar.



$t_{AB} = t_{BC}$ ise $A_1 = A_2$

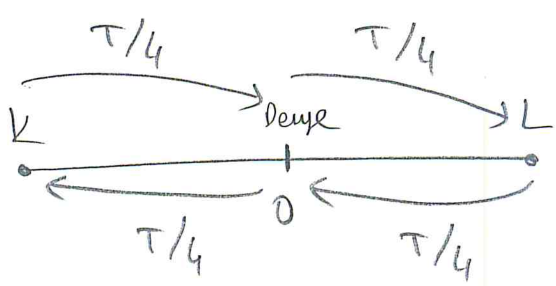
3) Periyotlar kanunu

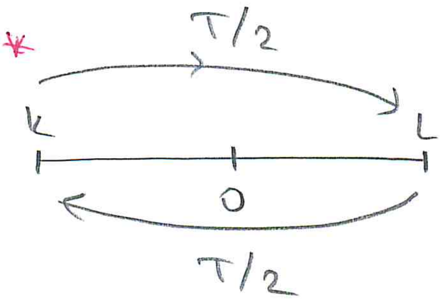
Güneş etrafında dolanan gezegenlerin ortalama yarıçap vektörünün küpünün periyodunun karesine oranı sabittir.

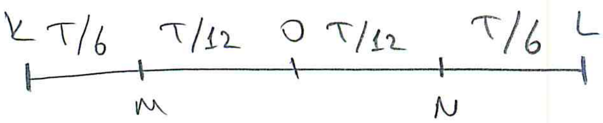
$$\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2} = \frac{R_3^3}{T_3^2} ----$$

Basit Harmonik Hareket

İki nokta arasında gidip gelme hareketine Basit Harmonik Hareket denir.







* Genlik periyodu etkilemez.

Uzanım ($\vec{x}$) Herhangi bir anda cismin denge konumuna olan uzaklığına denir. Yönü daima merkezden cisme doğrudur.



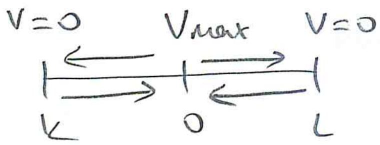
Genlik ($\vec{r}$) : Uzanımın max. değerine denir. cismin konumuna bağlı değildir



Hız ($\vec{V}$): $\vec{V} = w.\sqrt{r^2 - x^2}$

r → genlik, x → uzanım

$\Rightarrow \vec{V}_{max} = w.r$ olur. Denge noktasında hız max. Uçlarda hız min. yani sıfır.

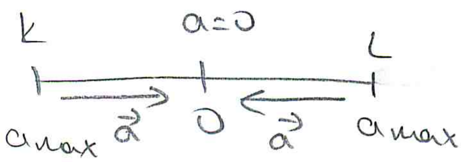


İvme ($\vec{a}$): $\vec{a} = w^2.\vec{x}$

w → açısal hız, $\vec{x}$ → uzanım

* İvme daima merkeze doğrud
* Denge noktasında sıfırdır. Uçlarda max. olur.
* Denge noktasından uçlara gidildikçe düzgün artar.

$\vec{a}_{max} = w^2.\vec{r}$ olur.

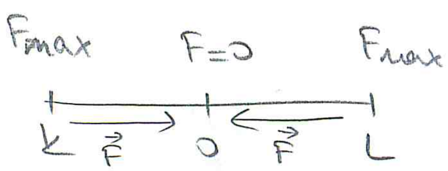


Kuvvet ($\vec{F}$): $\vec{F} = m.w^2.\vec{x}$

* Kuvvet daima merkeze doğrudu

$\vec{F}_{max} = m.w^2.\vec{r}$ olur.

* Denge noktasında sıfırdır. Uçlarda max. olur.
* Denge noktasından uçlara gidildikçe düzgün artar.



Elektriksel Kuvvet



Daima

$\vec{F_1} = -\vec{F_2}$

$$\vec{F} = \frac{k.q_1.q_2}{d^2}$$



k: coulomb sabiti

q_1: yük

q_2: yük

d: yükler arası uzaklık

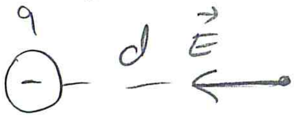
Elektriksel alan:

Noktasal yükün elektrik alanı:

① + yüklerde elektrik alan dışarı doğrudur. (Yükten dışarı)



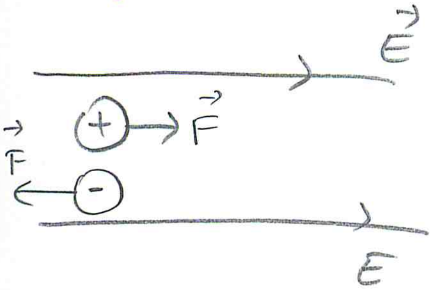
② − yüklerde elektrik alan içeri doğrudur. (Yüke doğru)



* Elektrik alan vektöreldir.

$$\vec{E} = \frac{k.q}{d^2}$$

Düzgün elektrik alana konulan yüke etki eden kuvvet:

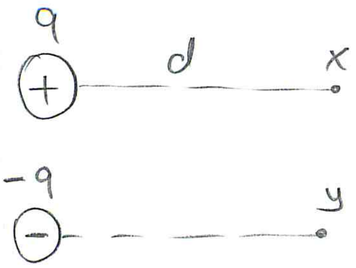


$\vec{F} = q.\vec{E}$

q ↙ yük, $\vec{E}$ ↘ elektrik alan

* Düzgün elektrik alanda + yüke elektrik alan yönünde kuvvet etki eder. (−) yüke elektrik alana ters yönde kuvvet etki eder.

Elektriksel potansiyel :



$$V_x = \frac{kq}{d}$$

$$V_y = \frac{-kq}{d}$$

* Elektrik potansiyel skalerdir. Yani (−) ve (+) işaretleri büyüklük ifade eder.

$-4V < -2V < 0 < 3V$ gibi.

Elektrik potansiyel enerji :



$$E_{pot} = \frac{k.q_1.q_2}{d}$$



$$E_{pot} = \frac{k.q_1.-q_2}{d}$$

* Elektrik potansiyel enerji skalerdir.

Elektriksel iş :

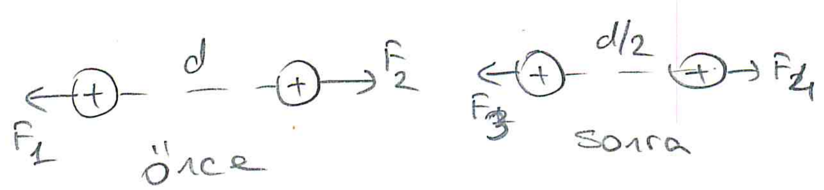
2 yol ile bulunur.

(1) sistemin enerjisindeki değişim yapılan işe eşittir.

$$W = \Delta E \Rightarrow W = E_{son} - E_{ilk}$$

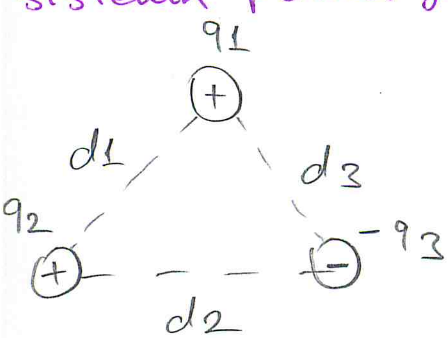
önemli: kuvvete karşı iş yapılırsa potansiyel enerji artar.
Kuvvetler iş yaparsa potansiyel enerji azalır.

örn :



kuvvete karşı iş yapıldığı için Epot artar

sistemin potansiyel enerjisi :



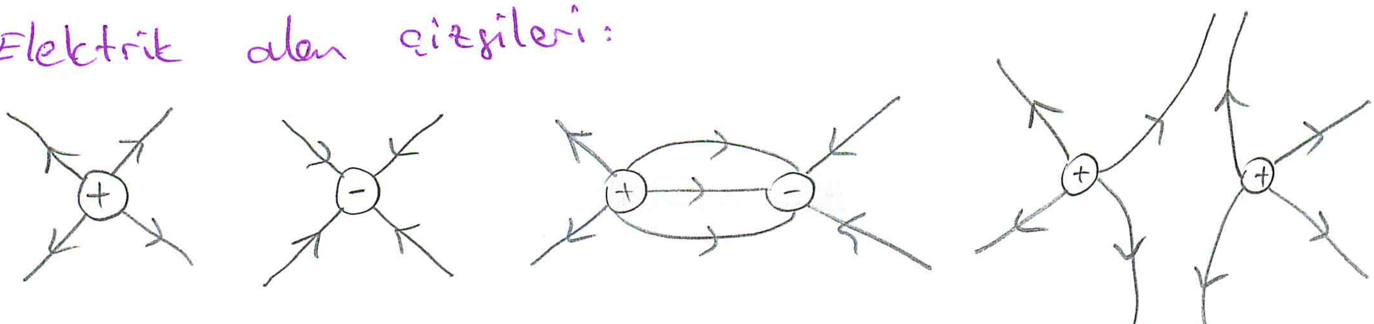
$$E_{pot} = \frac{k.q_1.q_2}{d_1} + \frac{k.q_2.-q_3}{d_2} + \frac{k.q_1.-q_3}{d_3}$$

2. yol:

$$W = q.(\Delta V) \Rightarrow W = q.(V_{son} - V_{ilk})$$

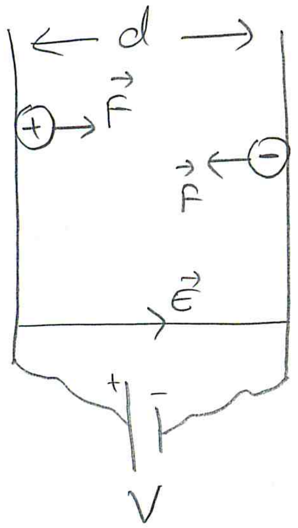
(ΔV → Potansiyel fark; W → iş; q → yük)

Elektrik alan çizgileri:



* Elektrik alan çizgi sayısı yük büyüklüğü ile doğru orantılıdır.
* Elektrik alan çizgileri yüzeye dik girer, dik çıkar. Birbirine dokunmaz.

Paralel levhalar



* $\vec{E} = \dfrac{V}{d}$ ($\vec{E}$ → elektrik Alan; V → gerilim; d → levhalar arası uzaklık)

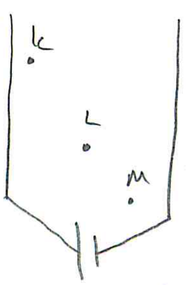
* $\vec{F} = q.\vec{E}$ ($\vec{F}$ → kuvvet; q → yük; $\vec{E}$ → elektrik Alan)

* $\vec{F} = q.\vec{E} \Rightarrow \vec{F} = q.\dfrac{V}{d}$ (q → yük; V → gerilim; d → uzaklık)

* $\vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}$ yerine $\dfrac{q.V}{d}$ yazılırsa

$$\frac{q.V}{d} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q.V}{d.m}$$ bulunur.

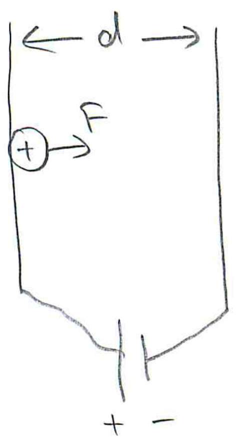
q = yük
V = gerilim
d : uzaklık
m : kütle



* levhalar arasında her yerde $\vec{E}$ aynı değerdedir.

$$\vec{E}_k = \vec{E}_L = \vec{E}_m$$

Elektriksel iş (Kazanılan enerji)



$W = F \cdot X$ olduğunu biliyoruz. Yük karşı levhaya ulaşıncaya kadar yapılan iş yükün kazandığı enerjiye eşittir.

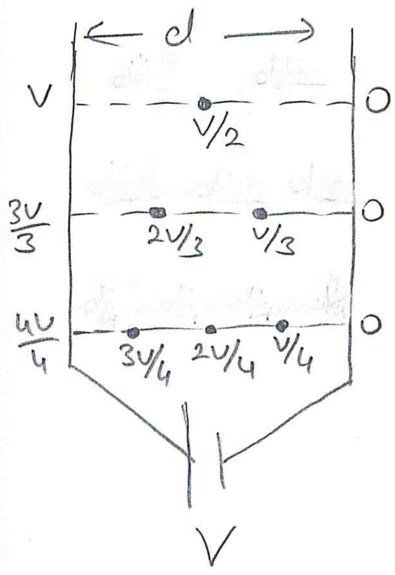
$$\vec{F} \cdot d = W = \text{Enerji}$$

$$\frac{q \cdot V}{d} \cdot d = W \Rightarrow q \cdot V = W = \text{enerji olur.}$$

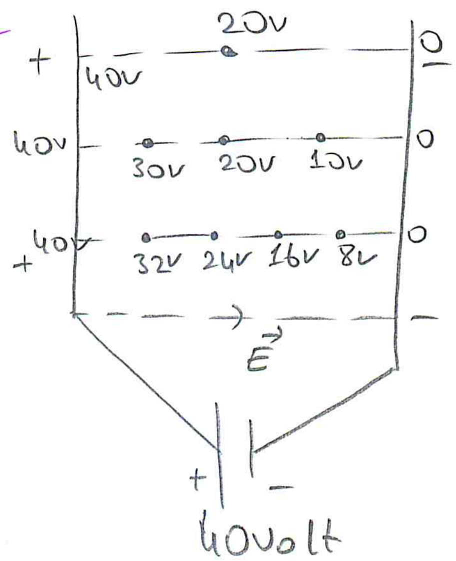
(q → yük, V → gerilim)

* Yani yükün kazandığı enerji levhalar arası uzaklığa bağlı değildir. q ve V'ye bağlıdır.

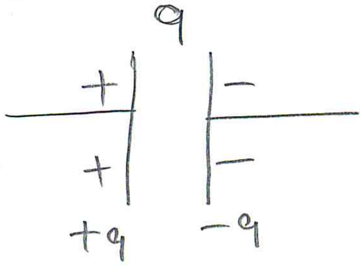
* levhalar arasında her noktada gerilim aynı değildir.



örnek:



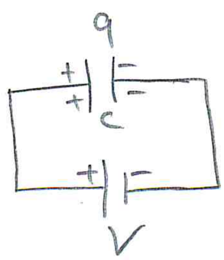
Kondensatörler:



Kondensatörün levhaları eşit büyüklükte ve zıt yüklüdür. Bu şekilde yüklü bir kondensatörün yükü levhalardan birinin yüküne eşittir denilebilir.

$$C = \frac{q}{V} \Leftarrow$$

(C → sığa, q → yük, V → gerilim)



Sığa: Kondansatörün yük depolama kapasitesine denir.

$$C = \frac{\varepsilon_0 . A}{d}$$

C : sığa

ε_0 : levhalar arası ortamın dielektrik katsayısı

A : levhanın yüzey alanı

d : levhalar arası uzaklık

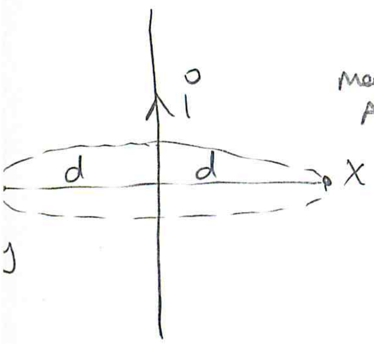
Sığaçta depo edilen enerji:

$$E = \frac{1}{2} . q . V \quad \text{veya} \quad \frac{1}{2} C . V^2 \quad \text{veya} \quad \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \qquad \left(C = \frac{q}{V} \right)$$

q : yük C : sığa V : gerilim E : enerji

Manyetik Alan

① Akım geçen düz telin manyetik alanı



$$\vec{B} = \frac{2k . i}{d}$$

(i: sabit; $\vec{B}$: Manyetik Alan)

$$\vec{B}_x = \otimes \frac{2ki}{d} \quad \text{(içeri)}$$

$$B_y = \odot \frac{2ki}{d} \quad \text{(dışarı)}$$

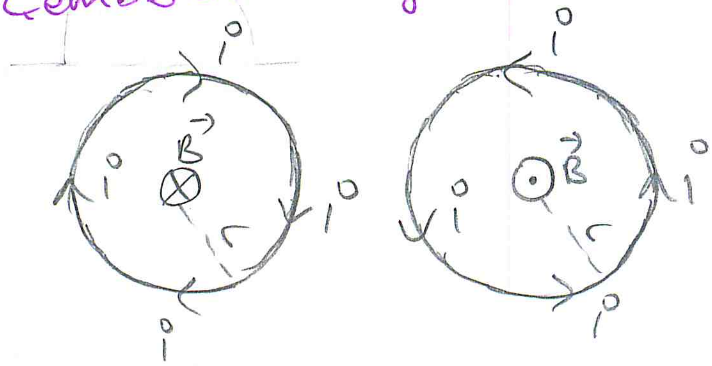
Yönü:

* Manyetik alanın yönü sağ el kuralıyla bulunur.

4 parmak $\vec{B}$ (manyetik alan)

Baş parmak i (Akım)

② * Çemberin manyetik alanı



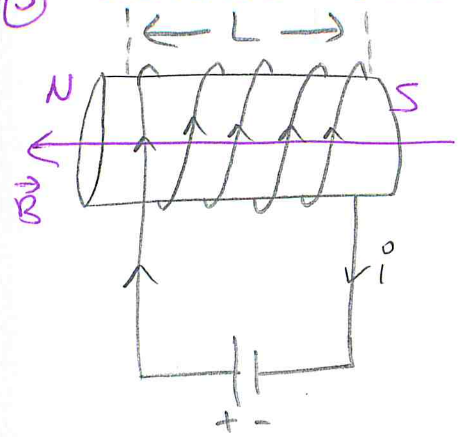
$$\vec{B} = \frac{2k . \pi . i}{r}$$

Yönü: sağ el kuralı

4 parmak akım yönü

Baş parmak manyetik alan yönü

3 Selenoidin (Bobin – Akım makarası) Manyetik Alanı



$$\vec{B} = \frac{4k \cdot \pi \cdot i \cdot N}{L}$$

(k: Sabit; $\vec{B}$: Manyetik Alan)

i : Akım

N : Sarım sayısı

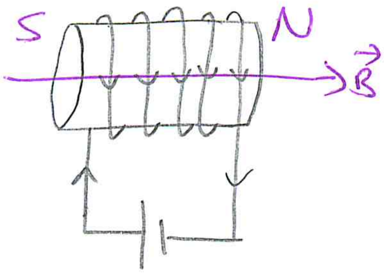
L : Sarım uzunluğu

Yönü: Sağ el kuralı

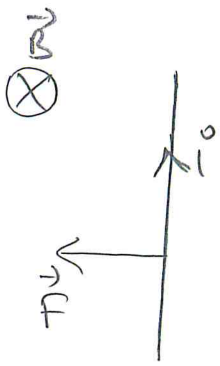
4 parmak akım yönü

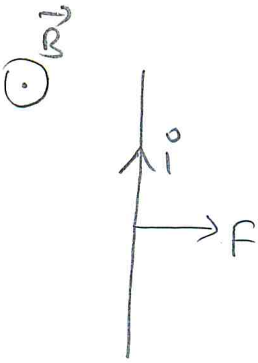
Baş Parmak manyetik alan yönü

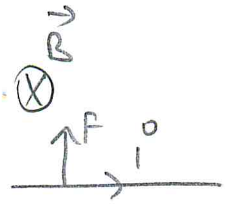
Önemli Not: Manyetik alan yönü aynı zamanda elektromıknatısın kuzey kutbunu gösterir.



* Üzerinden akım geçen tele manyetik alanda etki eden kuvvet







$$\vec{F} = \vec{B} \cdot i \cdot L$$

$\vec{B}$ = manyetik alan

i : Akım

L : telin uzunluğu

yönü: Sağ el kuralı

4 parmak manyetik alan

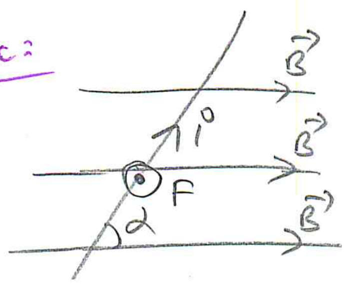
Baş Parmak akım yönü

Avuç içi kuvvetin yönü

Önemli: Manyetik alan ile tel birbirine dik olmalı

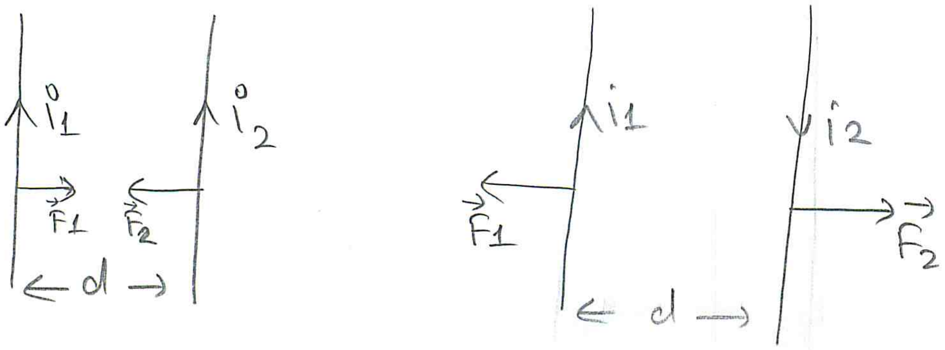
$$\vec{B} \perp L$$

Örnek:



$$\vec{F} = \vec{B} \cdot i \cdot L \cdot \sin$$

Birbirine paralel olan ve üzerinden akım geçen tellerin birbirine uyguladığı kuvvet



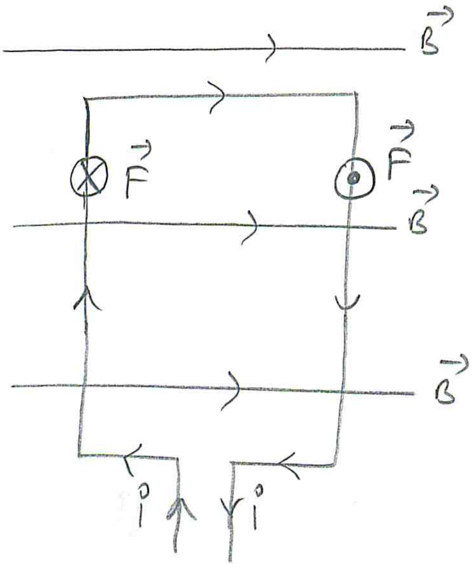
$$\vec{F} = \frac{2k \cdot i_1 \cdot i_2}{d}$$

$$\vec{F_1} = -\vec{F_2}$$

- Aynı yönde akım geçerse teller birbirini çeker.

* Zıt yönde akım geçerse teller birbirini iter.

Akım geçen tel çerçeveye etki eden tork

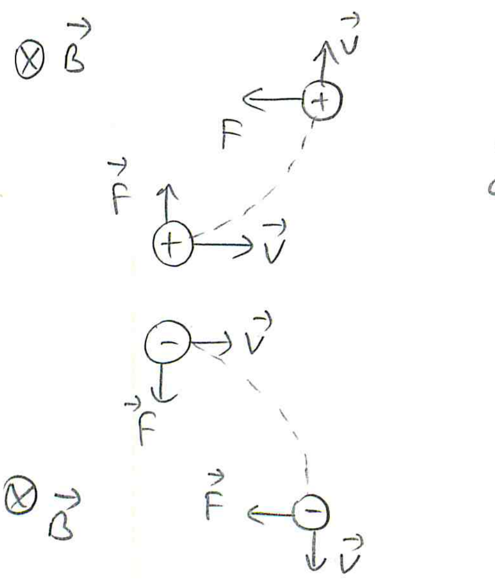


$$\tau = A \cdot \vec{B} \cdot i$$

τ → Tork, A → yüzey Alanı, $\vec{B}$ → manyetik Alan, i → Akım

* Telin kenarlarına zıt yönde kuvvet etki ettiği için çerçeve döner.

Yüklü parçacıkların manyetik alandaki hareketi



* Manyetik alana belli bir hızla giren yüklerden + yüke avuç içi, – yüke avuç dışı olacak şekilde kuvvet etki eder.

$$\vec{F} = \vec{B} \cdot q \cdot \vec{V}$$

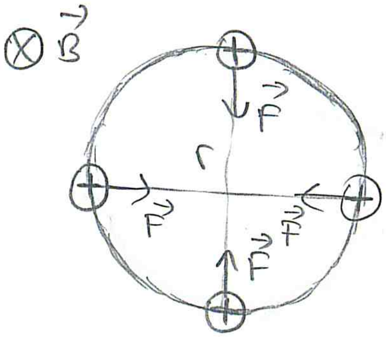
$\vec{F}$ → kuvvet, $\vec{B}$ → manyetik Alan, q → yük, $\vec{V}$ → Hız

Yönü: Sağ el

4 Parmak $\vec{B}$
Baş Parmak i
+ yükler için avuç içi } $\vec{F}$

Not: Yüklü bir cisim manyetik alana girdiğinde yüke etki eden kuvvet merkezcil kuvvettir.

Bu kuvvet yük üzerine iş yapmaz. Yük düzgün dairesel hareket yapar. Yükün hareket sırasında sürati değişmez.



$$F = F_{merkezcil}$$

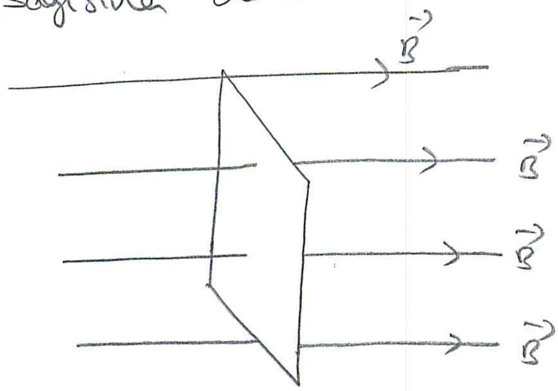
$$\vec{B} \cdot q \cdot \vec{v} = \frac{m \cdot \vec{v}^2}{r}$$

$$\Rightarrow r = \frac{m \cdot \vec{v}}{q \cdot \vec{B}}$$ (Mavi Küba)

m : kütle
$\vec{v}$: hız
q : yük
$\vec{B}$: Manyetik alan

Manyetik Akı

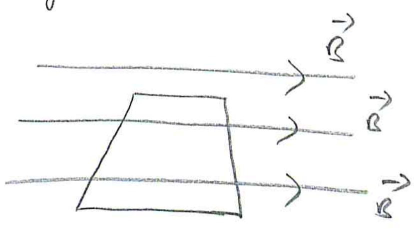
* Birim yüzeyden dik olarak geçen manyetik alan çizgi sayısına denir.



$$\Phi = \vec{B} \cdot A$$

A → levhanın yüzey alanı
$\vec{B}$ → Manyetik alan
Φ → Manyetik Akı

* levha ile manyetik alan çizgileri birbirine paralel olursa Manyetik akı sıfır olur.



$$\Phi = 0$$

Akı değişimi:

$$\Delta\Phi = \Phi_{son} - \Phi_{ilk}$$

$\Delta\Phi$ → Akı değişimi

İndüksiyon yasası :

* Bir yüzeyden geçen manyetik akı değişirse çerçevede yeni bir manyetik alan doğar. Bu yeni doğan manyetik alana bağlı olarak yeni bir elektromotor kuvvet ve akım meydana gelir.

Yeni meydana gelen manyetik alana indüksiyon manyetik alanı, elektromotor kuvvete (Emk) indüksiyon elektromotor kuvveti, akımada indüksiyon akımı denir.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

ε → indüksiyon emk; $\Delta \Phi$ → Akı değişimi; Δt → zaman

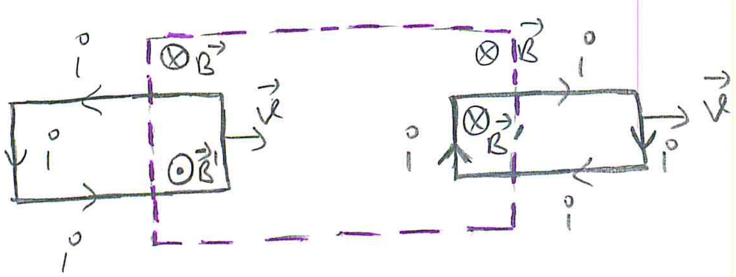
* Buradaki − işareti yön belirtir. Büyüklük anlamına gelmez. Lenz yasasından dolayıdır.

Lenz yasası: Bir yüzeyden geçen manyetik akı azalırsa yeni doğan manyetik alan arttırmaya çalışır. Yani orjinal manyetik alanla aynı yönde oluşur.

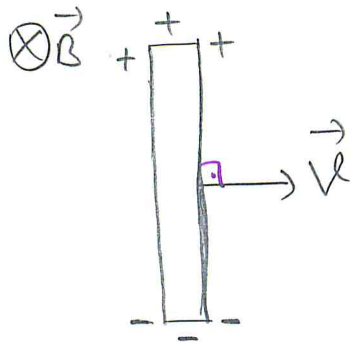
Yüzeyden geçen manyetik akı artıyorsa, yeni doğan manyetik alan azaltmaya çalışır. Yani orjinal manyetik alanla zıt yönde oluşur.

İndüksiyon manyetik alanı kullanılarak indüksiyon akımını yönü bulunur.

$\vec{B}'$ = indüksiyon manyetik alanı



Manyetik alanda öteleme hareketi yapan düz telin uçları arasında oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti



$$\varepsilon = \vec{B}.\vec{V}.L$$

- ε → ind. emk
- $\vec{B}$ → manyetik Alan
- $\vec{V}$ → hız
- L → telin Boyu

kutupların yönü:

Sağ el kuralı

4 parmak $\vec{B}$

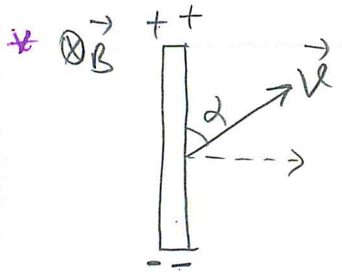
Baş Parmak hız

Avuç içi + kutbu

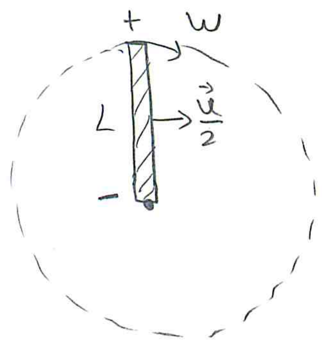
Avuç dışı − kutbu

* Burada manyetik alan, hız ve tel birbirine dik olmalıdır.

$\vec{B} \perp \vec{V} \perp L$ olmalı



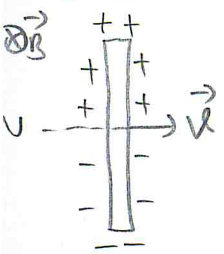
* $\varepsilon = \vec{B}.\vec{V}.L.\sin\alpha$ olur.



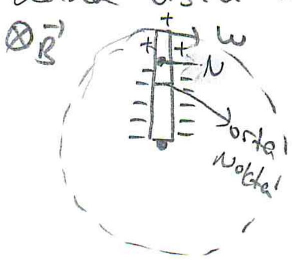
* tel dönme hareketi yapıyorsa

$$\varepsilon = \frac{1}{2}.\vec{B}.\vec{V}.L \quad \text{veya} \quad \varepsilon = \frac{1}{2}.\vec{B}.\vec{w}.L^2$$

*** Tel öteleme hareketi yapıyorsa telin tam orta noktası Nötr olur.



*** Tel dönme hareketi yapıyorsa telin tam orta noktasının biraz daha üstü Nötr olur.



Öz indüksiyon akımı: Üreteç ve bobinden oluşan devrede devrenin akımının değişmesi sonucunda yeni bir akım doğar. Bu akıma öz indüksiyon akımı denir.

$$i' = -\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

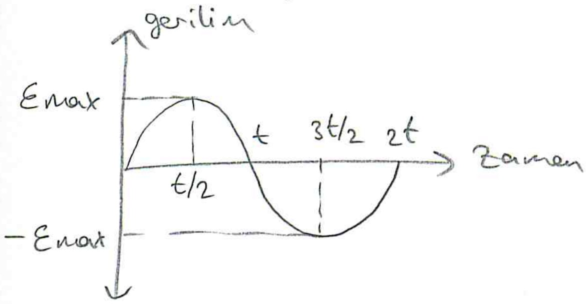
i' → öz indüksiyon akımı; Δi → Akım değişimi; Δt → Zaman

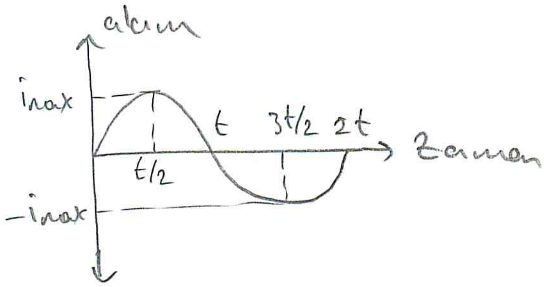
** Devredeki akım artıyorsa öz indüksiyon akımı devre akımı ile zıt yönde, devredeki akım azalıyorsa öz indüksiyon akımı devre akımı ile aynı yönde oluşur.

* Dinamo hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür.

Alternatif Akım:

* Zamanla yönü ve şiddeti değişen akıma denir.





* Alternatif akım alternatör aracılığıyla üretilir.
* Barajlarda üretilen elektriğin şehirlere taşınması sırasında Alternatif akım kullanılır. (AC).
Gerilim yükseltilerek akım düşürülür. Böylece enerji kaybı minimuma inmiş olur.
* İki ülke arasında enerji transferinin olabilmesi için frekansları aynı olmalıdır.
* Alternatif akım ile elektroliz, şarj, kaplamacılık, kaynak, yapılamaz
* Aynı gerilim altında doğru akım (DC), alternatif akıma göre daha güvenlidir.

* Elektronik aletler doğru akımla çalışır.

Elektrik motoru olan çamaşır makineleri, Buzdolabı gibi aletler Alternatif akımla çalışır.

* Lamba, elektrikli ısıtıcı gibi aletler hem Alternatif hemde doğru akımla çalışır.

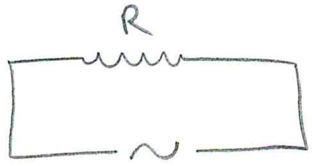
* Elektrik devresinde Voltmetre ve Ampermetre her zaman etkin değeri gösterir.

$$i_{etkin} = \frac{i_{max}}{\sqrt{2}} \qquad V_{etkin} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

* Direnci R olan iletkenin gücü $P = i_e^2 \cdot R$ veya $\frac{V_e^2}{R}$ olur.

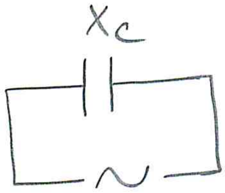
$$Enerji = i_e^2 \cdot R \cdot t \text{ veya } \frac{V_e^2}{R} \cdot t \text{ olur.}$$

Dirençli devreler:



R'nin etkin değeri akım kaynağının frekansına bağlı değildir.

Sığaçlı devreler:

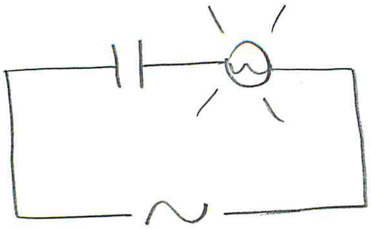


$$X_C = \frac{1}{w \cdot C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

X_C: Kapasitif Reaktans; C: Kapasitans; f: frekans

* sığaç AC devrede enerjiyi depolar ve sonra tekrar devreye verir. Sığacın ohmik direnci vardır. Bu yüzden zamanla ısınabilir.

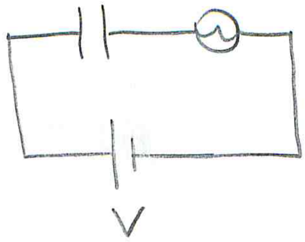
*



AC

Lamba sürekli ışık verir.

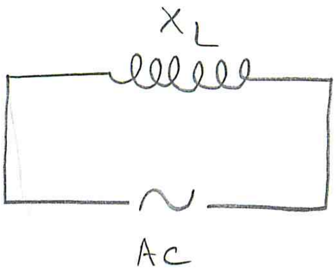
*



(DC)

sığaç doluncaya kadar lamba ışık veri
Sığaç tam dolunca ışık vermez.
sığaç doldukça, sığaçtan geçen akım azalı

Bobinli devreler:

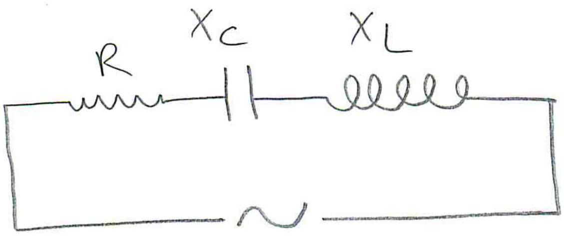


$X_L = \omega . L = 2\pi . f . L$

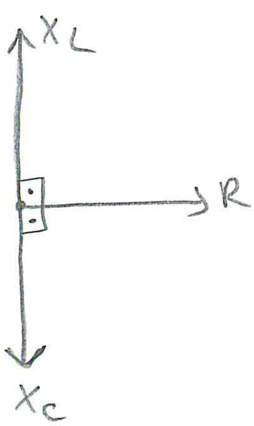
- X_L → indüktif reaktans
- L → indüktans
- f → frekans

* AC devreye bağlı bobin elektrik enerjisini depo eder, depoladığı enerjiyi tekrar devreye verir. Bu yüzden ideal bir bobin enerji harcamaz.

Empedans:



RLC devrelerinde eşdeğer dirence empedans denir. Z ile gösterilir.

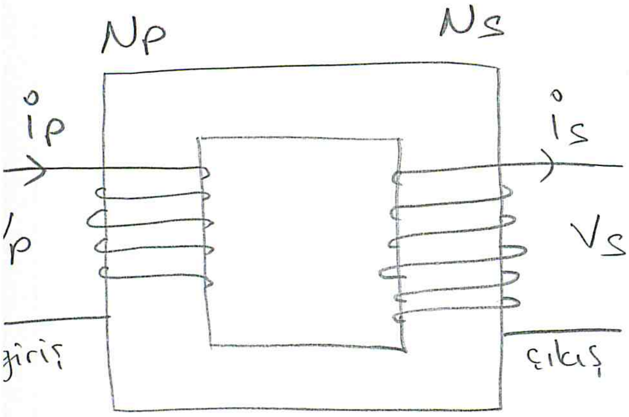


Rezonans: AC devrelerde X_L ile X_C'nin eşit olduğu durumlara denir.

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega . L = \frac{1}{\omega . C}$$

$$2\pi f . L = \frac{1}{2\pi f . C}$$ olur.

Transformatörler:



* Transformatörler alternatif akım ile çalışır. Doğru akım ile çalışmaz.

* İdeal transformatörlerde verim %100'dür.

Giriş gücü = çıkış gücü

$$P_{giriş} = P_{çıkış}$$
$$\mathring{i}_p \cdot V_p = \mathring{i}_s \cdot V_s$$

N_p: giriş sarım sayısı (primer)

N_s : çıkış sarım sayısı (sekonder)

V_p = giriş gerilimi

V_s = çıkış gerilimi

$\mathring{i}_p$ = giriş akımı

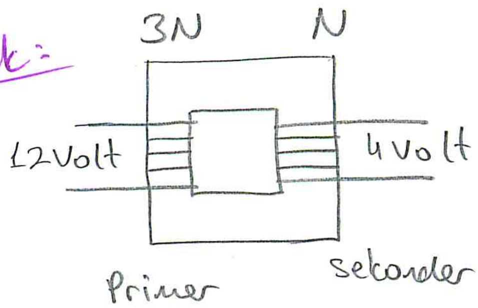
$\mathring{i}_s$ = çıkış akımı

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{\mathring{i}_s}{\mathring{i}_p} \text{ olur.}$$

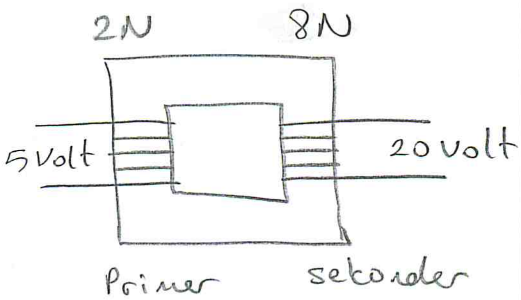
* $N_p > N_s$ ise transformatör alçaltıcı

  $N_p < N_s$ ise transformatör yükseltici

Örnek:



(Alçaltıcı)

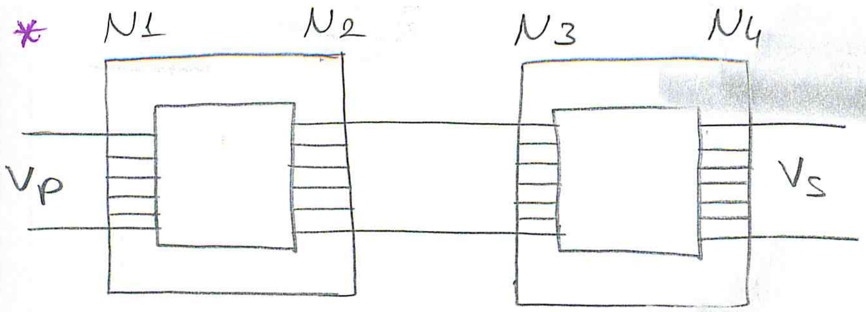


(Yükseltici)

Verim:

$$\text{Verim} = \frac{P_{çıkış}}{P_{giriş}} \Rightarrow \frac{\mathring{i}_s \cdot V_s}{\mathring{i}_p \cdot V_p} \text{ olur.}$$

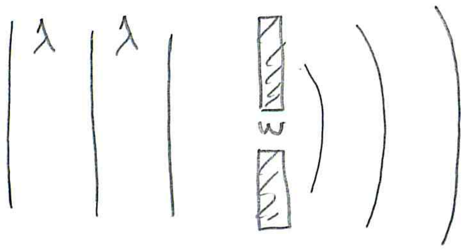
*



$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_3}{N_4}$$

* N_2 ve N_3 sarım sayıları ne olursa olsun $V_2 = V_3$ olur. Sarım sayıları önemli değildir.

Su dalgalarında kırınım



Su dalgalarının dar bir aralıktan veya keskin kenarlardan geçerken eğriselleşmesi olayına kırınım denir.

* $\lambda \geq w$ ise kırınım gerçekleşir.

$\lambda < w$ ise kırınım gerçekleşmez.

* Dalgalar için hız formülü $\vec{v} = \lambda \cdot f$ veya $\vec{v} = \frac{\lambda}{T}$

($\vec{v}$ → hız, λ → Dalga boyu, f → frekans, T → Periyot)

* Su dalgalarında hız derinlikle doğru orantılıdır. Derinlik artarsa hız artar. Dalgalar birbirinden uzaklaşır.

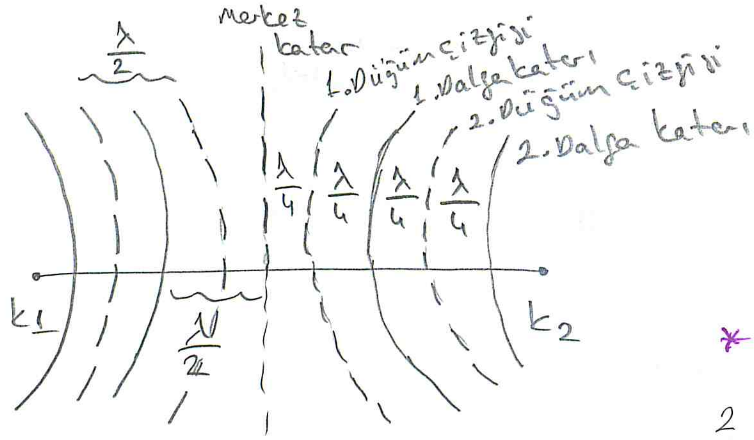
* Frekans ise kaynağa bağlıdır. Frekans artarsa dalgaboyu azalır.

Su dalgalarında girişim

* Tepe + Tepe, Çukur + Çukur } Dalga katarı Noktası

Tepe + Çukur ⇒ Düğüm Noktası

*

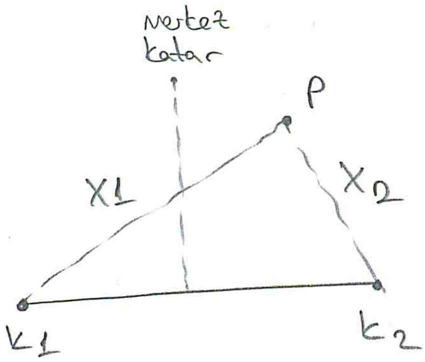


* Ardışık bir düğüm çizgisi ile bir dalga katarı arası uzaklık $\frac{\lambda}{4}$ olur.

* Ardışık 2 dalga katarı veya 2 düğüm çizgisi arası mesafe $\frac{\lambda}{2}$ olur.

* Girişim çizgileri iki kaynak arasında görülür. Kaynakların dışında veya üzerinde girişim çizgisi oluşmaz.

*



Herhangi bir P noktası için yol farkı $\Delta s = |X_1 - X_2|$ ile bulunur.

(1) Yol farkı dalga boyunun tam katı ise P noktası katar çizgisi üzerindedir.

$$\Delta s = n.\lambda$$

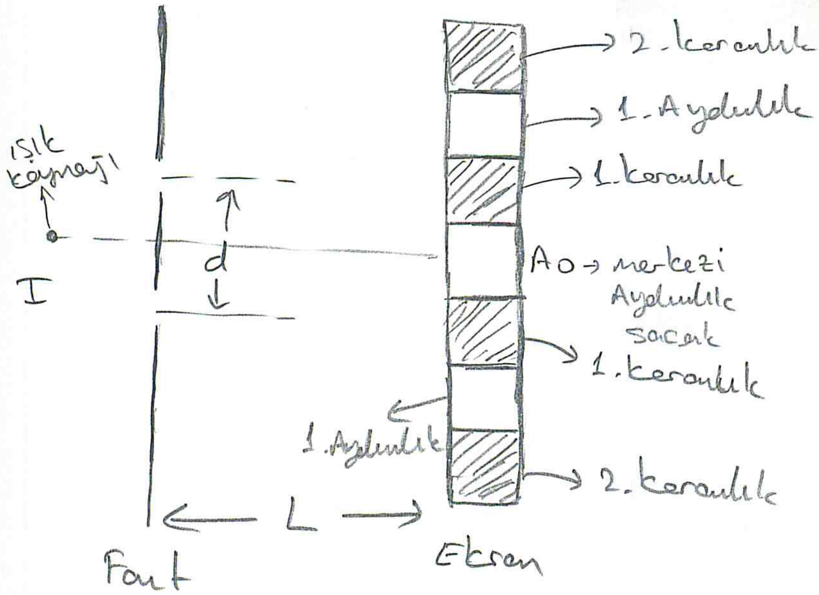
(2) Yol farkı dalgaboyunun buçuklu katı ise P noktası Düğüm çizgisi üzerindedir.

$$\Delta s = \left(n - \frac{1}{2}\right).\lambda$$

↳ n. düğüm çizgisi

* Katar noktaları hareketli, düğüm noktaları hareketsiz noktalardır.

Çift yarıkta girişim (Young deneyi)



* Bütün saçakların genişliği aynıdır.
* Bütün aydınlık saçakların parlaklığı aynıdır.
* Saçak genişliği:

$$\Delta x = \frac{L.\lambda}{d.n}$$

ile bulunur.

d : Yarıklar arası uzaklık

L : Fant - Ekran arası uzaklık

λ = Işığın dalga boyu

n : Fant ekran arası ortamın yoğunluğu

* Işık kaynağının hareketi saçak genişliğini etkilemez.
* Işık kaynağı perdeye yaklaşırsa parlaklık artar, uzaklaşırsa parlaklık azalır.

* Herhangi bir P noktası için

yol farkı dalga boyunun tam katı ise nokta Aydınlık saçak üzerinde yer alır.

$$\Delta S = n.\lambda$$

↳ n. aydınlık saçak

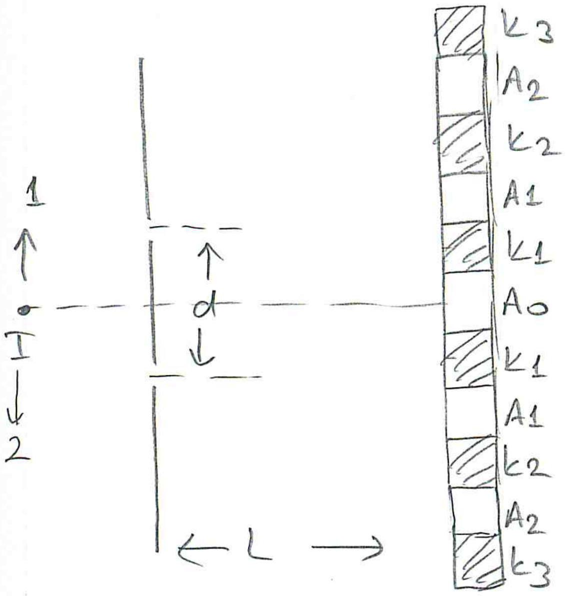
Yol farkı dalga boyunun buçuklu katı ise nokta karanlık saçak üzerinde bulunur.

$$\Delta S = \left(n - \frac{1}{2}\right).\lambda$$

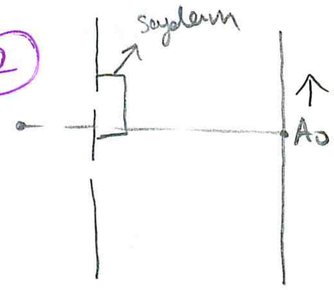
↳ n. karanlık saçak

* Δx artarsa ekran üzerinde oluşan saçak sayısı azalır.
Δx azalırsa ekran üzerinde oluşan saçak sayısı artar.

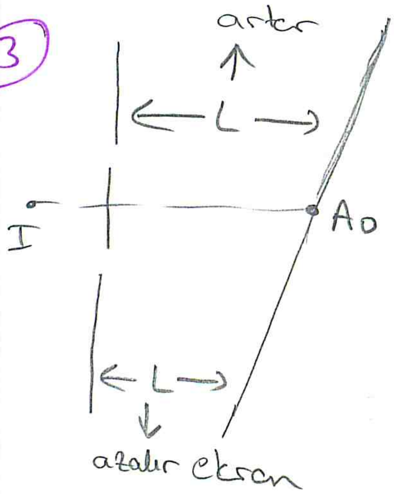
Özellikler:



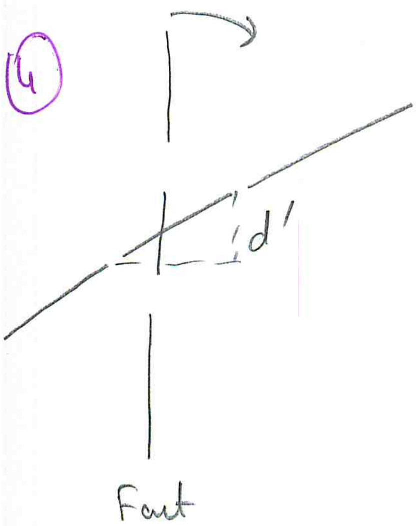
① Işık kaynağı 1 yönünde giderse A_0 ters yönde yani 4 yönünde kayar. Işık kaynağı 2 yönünde giderse A_0 3 yönünde kayar. ΔX değişmez.

② 

Yarıklardan birine saydam cisim konulursa A_0 konulan saydam cisimde aynı yönde kayar. ΔX değişmez.

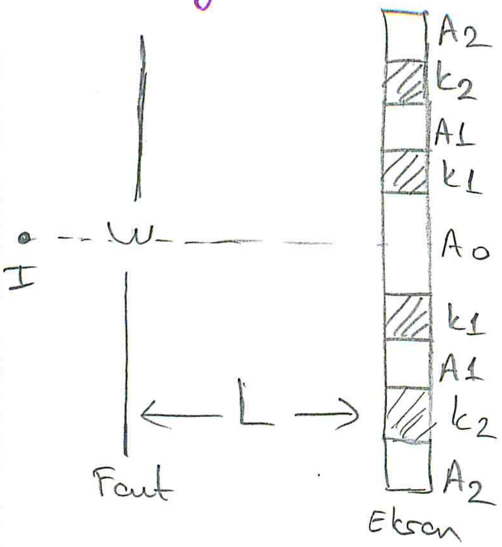
③ 

Ekran döndürülürse üst kısımda L arttığından dolayı ΔX artar. Alt kısımda L azaldığı için ΔX azalır. Son durumda ΔX değişmez. A_0'ın yeri değişmez.

④ 

Fant döndürülürse yarıklar arası uzaklık azalır. Bu yüzden ΔX artar. A_0'ın yeri için birşey denemez.

Tek yarıkta kırınım:



* Merkezi aydınlık saçağın genişliği diğer saçakların iki katıdır.

* Merkezi aydınlık saçak en parlak saçaktır. Merkezden uzaklaştıkça parlaklık azalır.

w: Saçak aralığı

L: Fant- Ekran arası uzaklık

λ : Dalgaboyu

n : Fant ekran arası ortamın yoğunluğu

$$\Delta x = \frac{L \cdot \lambda}{w \cdot n}$$ olur.

Herhangi bir p noktası için

* yol farkı dalga boyunun tam katı ise nokta karanlık saçak üzerindedir.

$$\Delta S = n \cdot \lambda$$
↳ n. karanlık

* Yol farkı dalga boyunun buçuklu katı ise nokta aydınlık saçak üzerindedir.

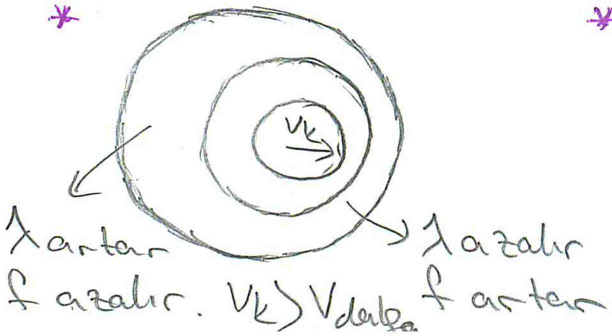
$$\Delta S = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$$
↳ n. Aydınlık

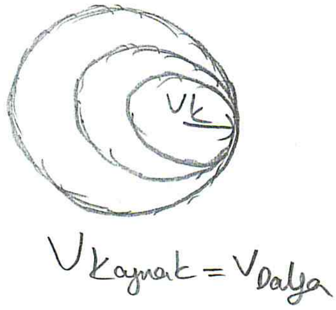
Not: Diğer özellikler (Işık kaynağının hareketi, Fantın döndürülmesi vb.) çift yarıkta girişim ile aynıdır.

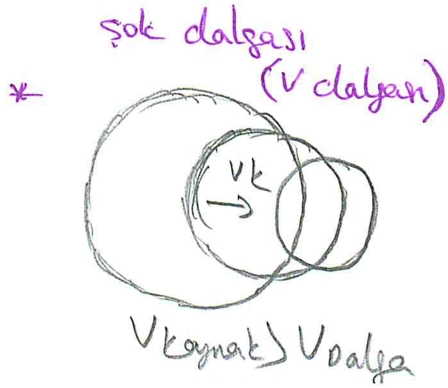
Doppler olayı

Kaynağın ve gözlemcinin arasındaki uzaklığın değişmesinden dolayı algılanan frekansın değişmesi olayına denir.

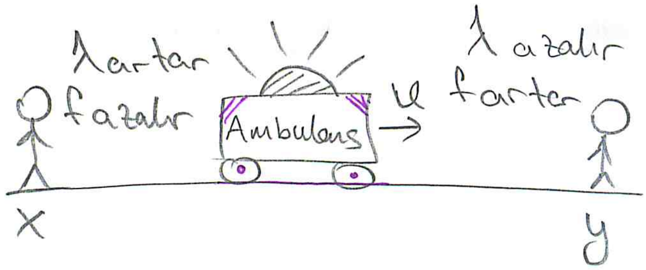
Su dalgalarında doppler:

*


*


*


Ses dalgalarında doppler:



* x gözlemcisi sesi daha kalın duyar.

y gözlemcisi sesi daha ince duyar.

Elektromanyetik dalgalarda doppler:

* K T S Y M M

K → kırmızı, M → Mor

→ λ azalır.

* Gökcismi Dünyadan uzaklaşırsa ışığın dalgaboyu artar. Işığın rengi kırmızıya kayar.
* Gökcismi Dünyaya yaklaşırsa λ azalır. Işığın rengi maviye kayar.

* Elektromanyetik dalgalarda doppler olayı polis hız radarlarında kullanılır.

Elektromanyetik dalgalar:

* Yükün ivmeli hareketi sonucu oluşur.
* Enine dalgadır.
* Yüksüzdür. Elektrik ve manyetik alanda sapmaya uğramaz.
* Boşlukta ışık hızıyla yayılır.

$$\vec{E} = \vec{B} \cdot c \Rightarrow c = \frac{\vec{E}}{\vec{B}}$$

c → ışık hızı, $\vec{E}$ → elektrik alan, $\vec{B}$ → manyetik alan

* Polarize edilebilir.
* Yansıma, kırılma, girişim gibi dalga olaylarını gerçekleştirir.
* Elektrik alan ve manyetik alan birbirine diktir.
* Yönü sağ el kuralıyla bulunur.

4 parmak $\vec{B}$ (manyetik alan)
Baş parmak $\vec{E}$ (Elektrik alan)
} gösterirse Avuç içi ilerleme yönünü gösterir.

Atom Fiziği

(1) Dalton atom teorisi

* Atom küre şeklindedir.
* Atom Nötrdür.
* Atomlar kimyasal tepkimelerle oluşamaz. Atom parçalanamaz.

(2) Thomson Atom modeli

* Üzümlü kek modeli olarak bilinir.
* Atom + yüklerden oluşmuştur. Üzerinde − yükler dağınık bir halde bulunur.
* elektron ve protonlar hareket etmez. Atomda boşluk yoktur.
* Atom Nötrdür.
* $\frac{\text{elektronun yükü}}{\text{elektronun kütlesi}}$ oranını bulmuştur.

Not: Milikanın yağ damlası deneyiyle elektronun tam yükü ve kütlesi ölçülmüştür.

(3) Rutherford atom modeli

* Altın levha deneyini yapmıştır.
* Atomun çoğu boşluktur. Çekirdeği vardır. Çekirdek (+) yüklüdür. Çekirdek atomun kütlesinin büyük kısmını oluşturur.
* Çekirdeğin etrafında e^- lar ivmeli hareket yaparak dolanır.
* Atomu Güneş sistemine benzetmiştir.
* Atom Nötrdür.

Bohr atom modeli:

* elektronlar çekirdek etrafında kararlı yörüngelerde sabit süratle dönerler.
* Hidrojen atomuyla deneyler yapmıştır.
* Çok e^- lu atomlarda geçersizdir.
* Molekül oluşumunu ve moleküller arası bağları açıklayamaz.

Açısal momentum:

$$L = \frac{n h}{2\pi}$$

(n → yörünge No, h → Planck sabiti)

* e⁻ lar çekirdekten uzaklaştıkça üst yörüngeye çıktıkça açısal momentum artar.

Yörünge yarıçapı:

$$r_n = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}$$

(r_n → n. yörünge yarıçapı, a_0 → Bohr yarıçapı, n → yörünge No, Z → Atom No)

Hidrojen atomu için ⇒ n=1 ⇒ r, n=2 ⇒ 4r, n=3 ⇒ 9r denilebilir.

Toplam enerji: n. yörüngede dolanan bir e⁻ nun toplam enerjisi

$$E_n = -R\frac{Z^2}{n^2}$$

R: Rydberg sabiti (13,6)

Z: Atom No

n: yörünge No

- e⁻ lar çekirdekten uzaklaştıkça toplam enerji artar.

Not: yörünge numarasıyla e⁻ nun hızı ters orantılıdır. e⁻ lar çekirdekten uzaklaştıkça hızı azalır, periyot artar.

$$V \sim \frac{1}{n}$$

(V → hız, n → yörünge No)

Örneğin ⇒ n=1 ⇒ V, n=2 ⇒ $\frac{V}{2}$, n=3 ⇒ $\frac{V}{3}$ olur.

* Bohr atom modeline göre kesikli (kuantumlu) olan değerler

- Yörünge yarıçapı
- Toplam enerji
- Açısal momentum
- Çizgisel hız
- Periyot

Atomun Uyarılması:

(1) Isıtarak uyarma (2) Atomları çarpıştırarak uyarma

(3) e^- göndererek uyarma (4) Foton göndererek uyarma

* Bir elektronun bir yörüngeden üst yörüngelere geçmesi olayına atomun uyarılması denir.

e^- üst yörüngeye geçtiğinde, 10^{-8} saniye gibi kısa bir sürede tekrar eski yörüngesine geri döner. Dönerken uyarılma için aldığı enerjiyi dışarıya foton olarak salar, ışıma yapar. (Emisyon)

e^- ile uyarma:

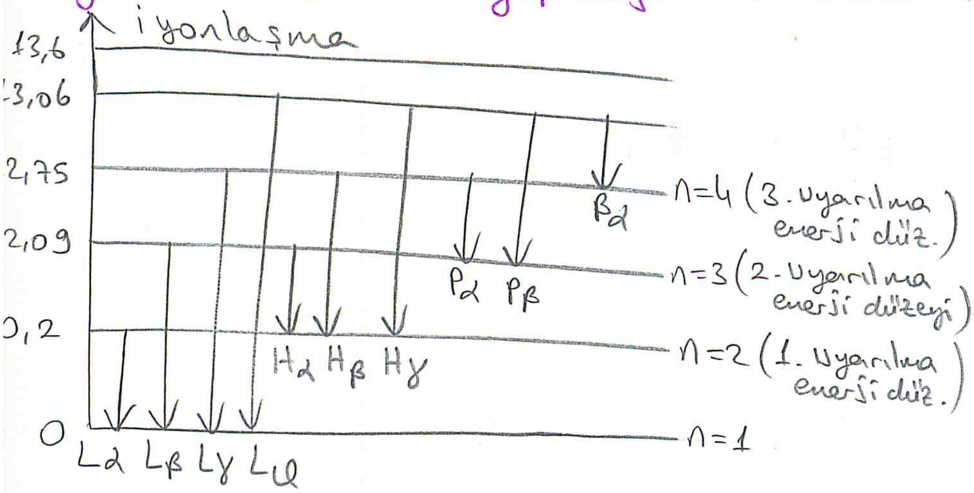
* Atomun e^-la uyarılabilmesi için enerjisinin en az 1. uyarılma enerjisine eşit olması gerekir.
* Gönderilen e^- birden fazla atomu uyarabilir veya iyonlaştırabilir.
* Gönderilen e^- atomu uyardıktan sonra kalan enerjisiyle yoluna devam eder.
* Gönderilen e^- hiçbir atomu uyarmadan aynen yoluna devam edebilir.
* Birinci uyarılma enerjisinden küçük enerjiyle gelen elektron atomu uyarmadan yoluna devam eder.

Foton ile uyarma:

* Fotonun enerjisi, atomun uyarılma enerjisinden küçük veya büyükse atomu uyaramaz.
* Foton atomu uyardığında enerjisinin tamamını verir ve yok o[lur]
* Bir Foton ancak bir atomu uyarabilir veya iyonlaştırabilir.

* n. yörüngeye uyarılmış bir e^- temel hale dönerken yapacağı ışıma sayısı ⇒ $\frac{n(n-1)}{2}$ = ışıma sayısı

* Uyarılan e^-nun yapacağı ışımaların isimleri



n = 1'e dönerse Lyman (mor ötesi)

n = 2'ye dönerse Balmer (Görünür ışık)

n = 3'e dönerse Paschen (kızıl ötesi)

n = 4'e dönerse Brackett

n = 5'e dönerse Pfund

- Bir üst yörüngeden geliyorsa α
- iki " " " β
- üç " " " γ
- dört " " " θ

Modern atom teorisi

- De broglie'ye göre hızı olan her parçacığa bir dalga eşlik eder.

Bu dalganın dalga boyu $\lambda = \frac{h}{m.\vec{V}} = \frac{h}{\vec{P}}$ ile bulunur.

(λ → dalga boyu, h → Planck sabiti, m → kütle, V → hız, P → momentum)

- Buna göre dalga boyu ile momentum ters orantılıdır.

- Bir parçacığın momentumu ve konumu aynı anda ölçülemez. (Belirsizlik ilkesi)

- Yörünge yerine orbital kullanılır. e^-ların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yerlerdir. (orbital)

* Atomdaki ē ların bulunabileceği enerji düzeyi 4 tane kuantum sayısıyla ifade edilir.

① Baş kuantum sayısı ② Açısal momentum kuantum sayısı

③ Manyetik kuantum sayısı ④ Spin kuantum sayısı

Büyük Patlama teorisi:

* Evren başlangıçta çok yoğun, sıcak ve kuark çorbası halindey
* Patlamadan sonra genişledi ve soğudu
* Genişlemeye devam etmektedir.
* Galaksiler birbirinden uzaklaşır. Galaksiler genişlemez.

Atom altı Parçacıklar

Standart Model

- Madde parçacıkları → Fermiyonlar
  - Kuarklar → Hadronlar
    - Baryonlar
      - Proton
      - Nötron
      - Ksi
      - Lamda
      - Omega
      - Sigma
    - Mezonlar
      - Pion
      - Kaon
  - Leptonlar
    - elektron
    - Müon
    - Tau
    - elektron Nötrino
    - Müon nötrino
    - Tau nötrino
- Alan parçacıkları → Bozonlar
  - Gluon (güçlü nükleer kuvvet)
  - Graviton (kütle çekim kuvveti)
  - W ve Z bozonları (zayıf Nükleer kuvvet
  - Foton (Elektromanyetik kuvvet)
  - Higgs bozonu (Tanrı Parçac

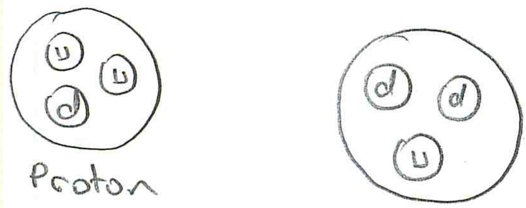
* Nötrinolar yüksüz Parçacıklardır. Güneş kaynaklı veya Beta tepkimeleri sonucu oluşabilir.)

* Kuarklar güçlü nükleer kuvvet etkisiyle Hadronları oluşturur.

Baryonlar: * Proton en hafif ve en kararlı baryondur.

* Baryonlar 3 adet kuarktan oluşur.
* Mezonlar bir kuark ve bir karşıt kuarktan oluşur.

Proton ⇒ u + u + d   Nötron ⇒ d + d + u



Proton   Nötron

Kuarklar: Toplamda 12 tanedir. 6 kuark ve 6 anti (karşıt) kuark

u	c	t	d	s	b
(up)	(charm)	(top)	(down)	(strange)	(bottom)
(yukarı)	(Tılsımlı)	(üst)	(Aşağı)	(Tuhaf)	(alt)
$+\frac{2}{3}$			$-\frac{1}{3}$		

Anti

$\bar{u}$	$\bar{c}$	$\vec{t}$	$\bar{d}$	$\bar{s}$	$\vec{b}$
$-\frac{2}{3}$			$+\frac{1}{3}$		

* Parçacık ile antiparçacığın tek farkı yükleri zıt işaretlidir. Diğer özellikleri (yük miktarı - kütle) aynıdır.
* Kuarklar ve Leptonlar temel parçacıklardır.
* Leptonlar, kuarktan yapılmış taneciklere göre çok hafiftir.
* Fotonun anti parçacığı Fotondur.
  Elektronun anti parçacığı pozitrondur.
* Bütün Parçacıkların bir karşıt parçacığı vardır.

* Antiparçacıkların bir araya gelmesiyle anti madde oluşur.

* Bir parçacık ile karşıt parçacık bir araya gelirse, parçacıkların kütlesi enerjiye dönüşür. Buna yok olma tepkimesi denir.

Örneğin $e^- + e^+ \longrightarrow 2\gamma$

(e^-: elektron, e^+: pozitron, γ: gama)

* iki foton bir araya gelirse parçacık ve antiparçacık elde edilebilir. Buna çift oluşumu denir.

Radyoaktivite

* Atom çekirdeğinde proton + Nötron (Nükleon) bulunur.

* $\frac{\text{Nötron}}{\text{Proton}}$ oranı 1'e yaklaştıkça kararlılık artar.

* Kararsız çekirdeğin $\frac{\text{nötron}}{\text{Proton}} > 1$ ise nötron protona dönüşür.

$\frac{\text{Nötron}}{\text{Proton}} < 1$ ise proton nötrona dönüşür.

α bozunumu ($^4_2\alpha$ veya ^4_2He)

Çekirdek 2 Nötron ve 2 proton kaybeder. Kütle No 4 azalır, atom No 2 azalır.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^4_2He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

Beta bozunumu:

① β^- bozunumu

$\frac{\text{Nötron}}{\text{Proton}} > 1$ ise gerçekleşir. Bir nötron bir protona dönüşür. Çekirdekteki bir nötron; proton, elektron ve anti nötrinoya dönüşür.

* $^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z+1}Y + \bar{\nu}_e$ (Antinötrino)

Atom No 1 artar, kütle No değişmez.

② β^+ Işıması

* $\frac{\text{nötron}}{\text{proton}} < 1$ olan çekirdeklerde görülür.

* proton; nötron, pozitron ve nötrinoya dönüşür. Atom No 1 azalır, kütle no değişmez.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{0}_{+1}\beta + {}^{A}_{Z-1}Y + \nu_e \text{ (Nötrino)}$$

Gama bozunumu:

Çekirdeğin kararlı hale geçmek için gama ışını yaymasıdır. kütle No ve atom No değişmez.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

Nükleer fisyon: (Parçalanma)

* Nötronlarla bombardıman edilen çekirdeğin daha hafif iki veya daha fazla çekirdeğe bölünmesidir.
* Kontrollü Fisyon Nükleer santrallerde, kontrolsüz fisyon atom bombasında kullanılır.

Nükleer Füzyon: (Birleşme)

* Kararsız atom çekirdeklerinin kararlı atom çekirdeği oluşturmasıdır
* Füzyonda açığa çıkan enerji Fisyondan çok daha büyüktür.
* Günümüzde bu teknolojiyi kontrol edebilecek güç yoktur.
* Güneş patlamalarında görülür.

Özel görelilik

* Michelson - Morley deneyinde amaç evrenin ether (esir) denilen madde ile dolu olduğunu ispatlamaktı

Sonuç olarak böyle bir maddenin olmadığı ve ışığın boşluk her yöne aynı hızla yayıldığı ispatlandı.

* Eistein'in özel görelilik kuramı:

① Fizik yasaları tüm eylemsiz (ivmesiz) referans sistemlerinde aynıdır.

② Işığın boşluktaki hızı tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır. Bu hız değeri 3.10^8 m/s'dir.

* Uzunluk ve zaman görecelidir, gözlemcinin hızına göre değişebilir.

* Işık hızı kaynaktan ve gözlemciden bağımsızdır.

Göreli uzunluk: Işık hızına yakın hızda hareket eden cismin hareket doğrultusundaki boyu ışık hızına yaklaştıkça yerde duran gözlemciye göre daha kısa ölçülür.

Göreli zaman: Işık hızına yakın hızda hareket eden araçta bulunan kişiye göre zaman yavaşlar, daha yavaş akar. Yerdeki durgun gözlemciye göre ışık hızına yakın hızla giden araçtaki zaman daha uzun ölçülür.

Örneğin Dünyada 1 saat geçse araçta 40 dk geçer.

Siyah cisim ışıması :

* Sıcaklığı mutlak sıcaklığın üstünde olan bütün maddeler ışıma yapar.

Mutlak sıcaklık: $-273\,C^\circ = 0\,K^\circ$

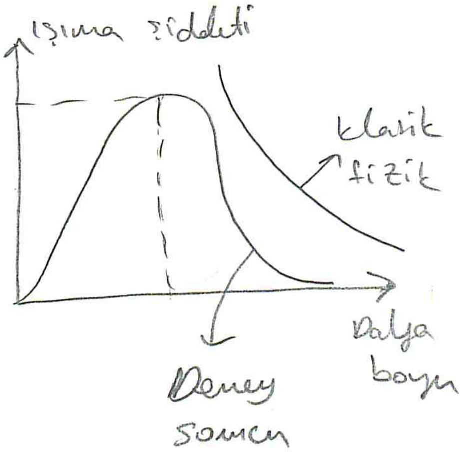
* Kelvin termometresi (−) değerlik alamaz. Kainattaki en düşük sıcaklık $-273\,c^\circ$ veya $0\,k^\circ$ dir.

* Üzerine düşen ışığın tamamını soğuran cisme siyah cisim denir. Siyah cisim tüm dalgaboylarında ışıma yapabilir.

* **Wien yasası:** $\lambda . T = \underbrace{2,898 . 10^{-3}}_{\text{sabit}}\ m.k$

λ → dalga boyu, T → sıcaklık

sıcaklık arttıkça dalga boyu azalır.



* sıcaklık artarsa cismin ışıma frekansı ve ışıma şiddeti artar.

* Klasik fizik yasalarına göre, ışınımın dalga boyu azaldıkça ışıma şiddeti sonsuza gitmeliydi. Deney sonucu bu teoriyi doğrulamamıştır.

Foton :

$$E_{foton} = h.f = \frac{hc}{\lambda} \quad (\text{sabit} = 12400)$$

E_{foton} → Fotonun enerjisi, h → Planck sabiti, f → frekans, λ → dalga boyu

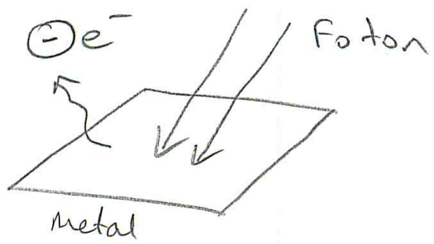
$V = \lambda . f$ ise foton için $c = \lambda . f$ olur. $f = \frac{c}{\lambda}$ elde edilir.

Işık kaynağının gücü:

$$Güç = \frac{Enerji}{Zaman} = \frac{n.hf}{t} = \frac{n.hc}{\lambda.t}$$

n: foton sayısı c: ışık hızı
h: planck sabiti λ: dalga boyu
f: frekans t: zaman

Fotoelektrik olay:



Fotonların metal üzerine düşürülerek metalden e^- koparılması olayına Fotoelektrik olay denir. Kopan elektronlara foto elektron denir.

Fotoelektrik denklemi:

$$E_{foton} = E_{bağlanma} + E_{kinetik}$$

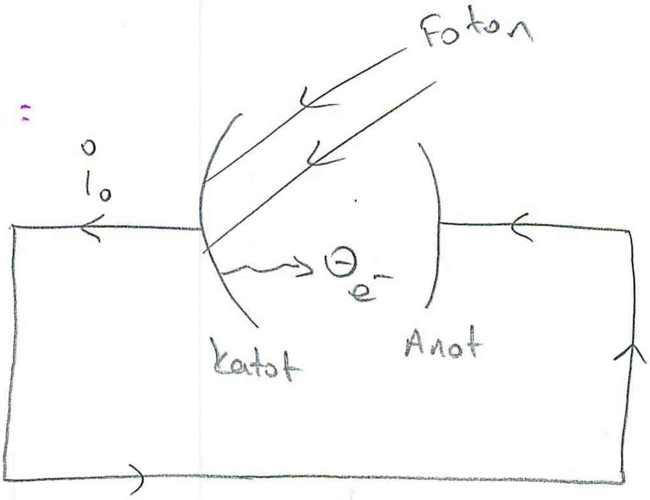
λ: fotonun dalga boyu
λ_0: Eşik dalga boyu
f: fotonun frekansı
f_0: Eşik frekansı
E_{kin}: kinetik enerji

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + E_{kinetik}$$

$$hf = h.f_0 + E_{kinetik}$$

Fotoelektrik akım:

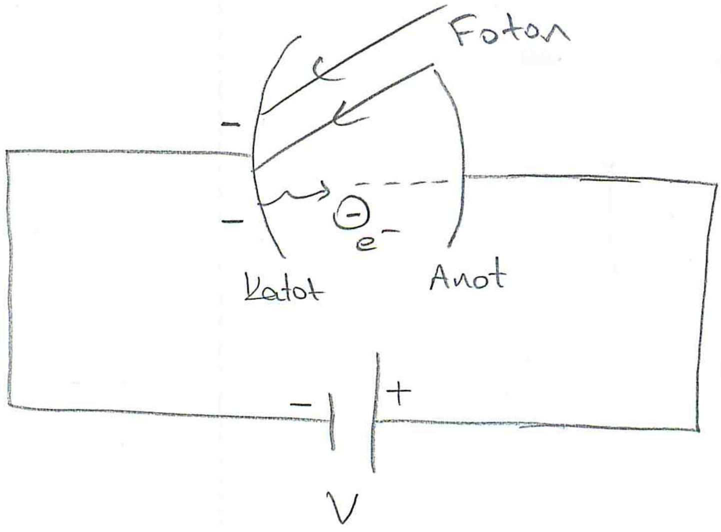
Fotonun katottan koparabilmesi için enerjisi en az bağlanma enerjisine eşit olmalıdır.



Bağlanma enerjisine, eşik enerjisi veya iş fonksiyonu da denir.

- Her foton ancak 1 e^- koparabilir.
- Fotoelektrik olayda foton bütün enerjisini kaybeder.

Fotoselli devreye üreteç düz bağlanırsa (katot −)

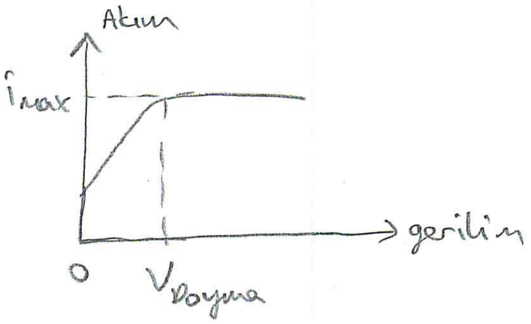


$E_{foton} + eV = E_{bağ} + E_{kinetik}$

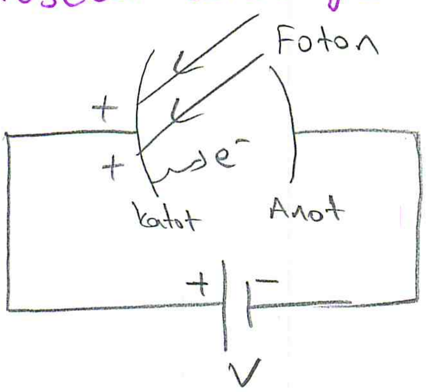
eV → üretecin enerjisi

* Katottan kopan bütün elektronların Anota ulaştığı andaki gerilime doyma gerilimi, Akıma max. akım denir.

* Devrede akım max. ulaştıktan sonra sadece ışık şiddetinin artması (gelen foton sayısının artması) i_{max}'ı arttırır. Gerilimin artması i_{max}'ı etkilemez.



Fotoselli devreye üreteç ters bağlanırsa (katot +)



$E_{foton} - eV = E_{bağ} + E_{kinetik}$

$E_{foton} = E_{bağ} + E_{kinetik} + eV$

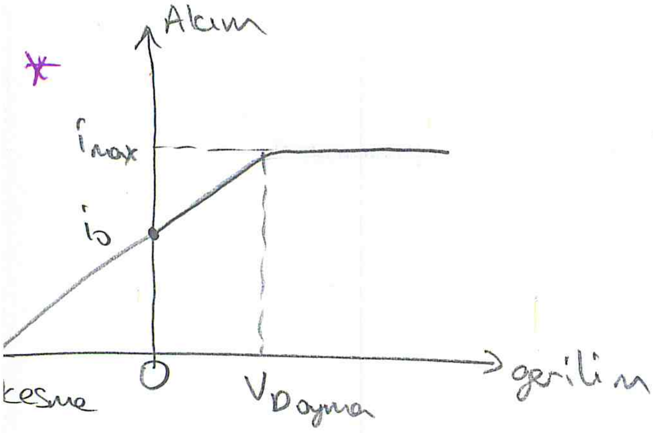
eV → üretecin enerjisi

* Devrede katottan kopan $\bar{e}$'lerden hiçbirinin Anota ulaşmadığı andaki gerilime kesme gerilimi denir.

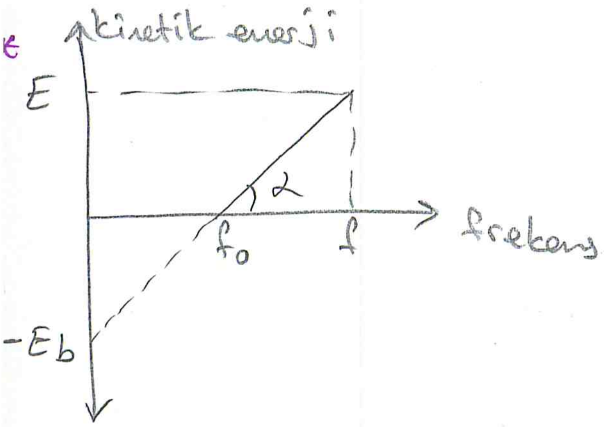
* $V_{kesme} = E_{kinetik}$ olmalıdır.

* Kinetik enerjiyi arttıran tüm durumlar V_{kesme}'yi arttırır.

*



* Grafikte V_{kesme} fotonun enerjisini belirtir. (Aynı fotosel için)
i_{max}'ta ışık şiddetini belirtir.

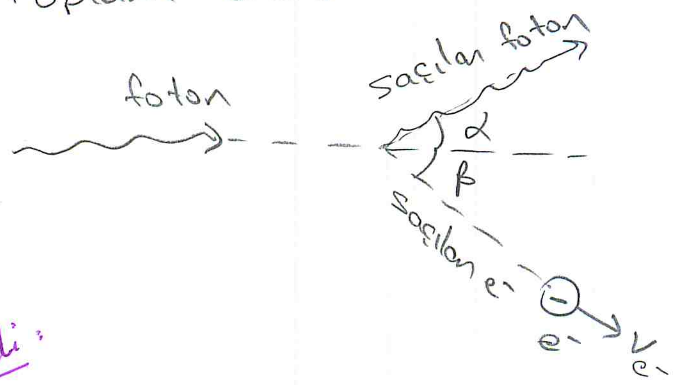


* Kinetik enerji frekans grafiğinde eğim (tan α) daima h'ı (Planck sabiti) verir.
* Bütün metaller için grafiğin eğimi aynıdır.

Compton olayı

* Yüksek enerjili X ışını fotonunun, bir karbon atomunun elektronuna çarparak (merkezi olmayan esnek çarpışma) foton ve e^- nun saçılması olayına denir.
* Foton bütün enerjisini kaybetmez, enerjisinin bir kısmını elektrona aktarır.
* Toplam enerji ve momentum korunur.

*



$\alpha + \beta = 90^\circ$ dir.

* $E_{\text{gelen foton}} > E_{\text{saçılan foton}}$

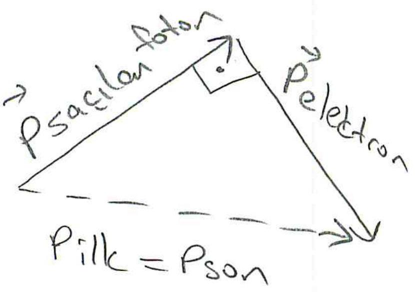
$f_{\text{gelen foton}} > f_{\text{saçılan foton}}$

$\lambda_{\text{gelen foton}} < \lambda_{\text{saçılan foton}}$

$E_{\text{gelen foton}} > E_{\text{saçılan elektron}}$

Önemli:
* Gelen foton ile saçılan fotonun sürati aynıdır. (ışık hızı)

- Toplam momentum korunur.



$\vec{p}_{gelen\ foton} > \vec{p}_{saçılan\ foton}$

$\vec{p}_{gelen\ foton} > \vec{p}_{saçılan\ elektron}$

- Fotonlar için momentum ile enerji doğru orantılıdır.

$$E = mc^2 \Rightarrow E = \underbrace{m.c}_{\vec{p}}.c \Rightarrow E = \vec{p}.c \text{ olur.}$$

E → Enerji, $\vec{p}$ → momentum, c → ışık hızı

De broglie dalga boyu:

hızı olan her parçacığa bir dalga eşlik eder.

$$\lambda = \frac{h}{m.V} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{\vec{p}} \text{ olur.}$$

h → planck sabiti, λ → De broglie dalga boyu, $\vec{p}$ → momentum

* Dalga boyu ile momentum ters orantılıdır.

Görüntüleme teknolojileri:

Röntgen cihazı: X ışınları kullanılır. Kemik gibi sert dokuları görüntüler. Yumuşak dokular için yetersizdir.

Tomografi: X ışınları kullanılır. Yumuşak doku görüntülemede kullanılır.

PET (Pozitron emisyon tomografisi): Kana pozitron verilerek, pozitronların $\bar{e}$'ile etkileşime geçip gama ışıması yapması sağlanır. 3 boyutlu görüntü elde edilir.

MR cihazı: Radyo dalgaları kullanılır. Yapısında çok güçlü mıknatıslar kullanılır. Sağlığa zararlı değildir. Radyoaktif ışıma olmaz.

Ultrason cihazı: Yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılır. Frekansıyen ses dalgaları kullanılarak ses ve görüntü elde edilir.

Radar: Radyo dalgaları veya mikrodalga ışınlar kullanılır.

Sonar: Ses dalgaları kullanılarak cisimlerin boyut ve uzaklığını ölçer.

Termal kameralar: kızıl ötesi ışınlar kullanılarak görüntü elde edilir. Tıp ve askeri alanda kullanılır.

Yarı iletkenler:

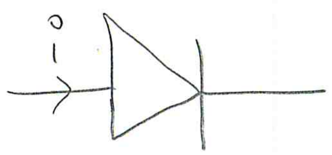
- Normal şartlarda yalıtkan olan bu maddelere ısı, ışık, gerilim yada manyetik etki gibi dış etkiler uygulandığında iletken hale geçerler.

- N tipi: Germanyum ve silisyuma değerlik elektron sayısı 5 olan katkı maddelerinin katılmasıyla elde edilir.
  * N tipi yarı iletkende akım taşıyıcı elektronlardır.

P tipi: Germanyum ve silisyuma değerlik elektron sayısı 3 olan katkı maddeleri katılarak elde edilir.
  * P tipi yarı iletkende akım taşıyıcı boşluklardır.

- Yarı iletkenler kristal yapıya sahiptir. (Katı hal fiziği)

Diyot: Tek yönde akım geçirirler. Yapısında yarı iletkenler bulunur.



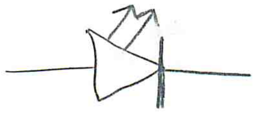
Diyot

* Alternatif akımı doğru akıma çevirmek için kullanılır.

Transistörler: Akım ve gerilimi yükseltmeye yarar.

* Devrede akımın geçip geçmemesiyle anahtar görevide görürler.

Led: Işık yayan diyot demektir. elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürürler.



Led

Güneş pilleri: Güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürürler. Yapısında N ve P yarı iletkenleri bulunur. Fotoelektrik olayla akım üretirler.

Süper iletkenler: Belirli bir sıcaklık değerine soğutulduğunda bu sıcaklık değerinden sonra direncin azaldığı iletkenlerdir.

* Belirli bir sıcaklık değerinde dirençleri sıfırdır.
* Manyetik alanı iterler. Manyetik alan içine giremez.
* Elektriğin iletilmesinde, depolanmasında, güçlü mıknatıs yapımında kullanılırlar. (MR cihazları – Maglev trenleri)

Laser ışınları:

* Uyarılmış emisyon (ışıma) yoluyla elde edilir.
* Dalgaboyları ve frekansları aynı olan fotonlardan oluşur. Tek renklidir.
* Gözle görülebilir. * Yağmur, sis gibi atmosfer olaylarından etkilen
* Optik okuyucu, Laser yazıcı vb. kullanım alanları vardır.
* Çok uzağa dağılmadan gidebilir. * Tıpta kullanılır.

Elektromanyetik spektrum

Radyo dalgaları — mikro dalga ışınlar — kızıl ötesi ışınlar — Görünür ışık — mor ötesi ışınlar — X ışınları — Gama ışınları

→ → →

λ azalır, frekans artar, Enerji artar.